This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

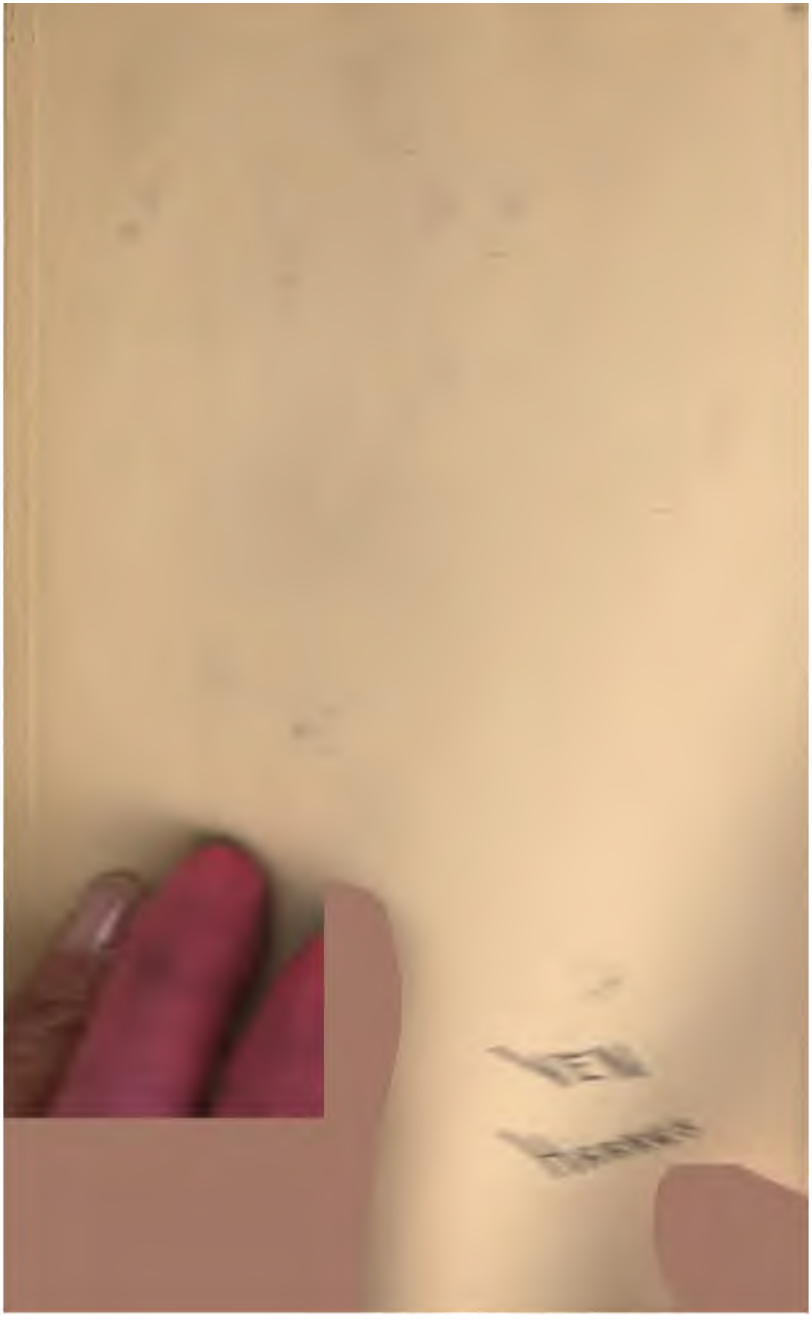
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06642023 7



Die

Schule der Baukunst.

II.

Die

Schule der Baukunst.

Ein Handbuch

für Architekten, Bau- und Gewerbschulen, und zum Selbstunterricht

für

Bauhandwerker und Bauunternehmer.

Zweiter Band.

In drei Abtheilungen.

Enthaltend:

1. Abth. Die Schule des Zimmermanns, 2 Thle. — 2 Abth. Die Schule des Maurers, 2 Thle. — 3. Abth. Die Schule des Steinmetzen.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1863.

Schule des Zimmermanns.

Praktisches Hand- und Hülfsbuch
für
Architekten und Bauhandwerker, so wie für Bau- und Gewerbschulen.

Bearbeitet
von

B. Harres,
Baurath und Lehrer der Architektur an der höhern Gewerbschule in Darmstadt.

Erster Theil.
Hochbauten.

Dritte verbesserte Auflage.
Mit 245 Abbildungen, nach Zeichnungen des Verfassers in Holz geschnitten.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1863.

Die

Schule der Baukunst.

Ein Handbuch

für Architekten, Bau- und Gewerbschulen, und zum Selbstunterricht

für

Bauhandwerker und Bauunternehmer.

Zweiter Band.

In drei Abtheilungen.

Enthaltend:

1. Abth. Die Schule des Zimmermanns, 2 Thle. — 2 Abth. Die Schule des Maurers, 2 Thle. — 3. Abth. Die Schule des Steinmetzen.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1863.

Die Schule des Zimmermanns.

Praktiſches Hand- und Hülfsbuch
für
Architekten und Bauhandwerker, ſo wie für Bau- und Gewerbſchulen.

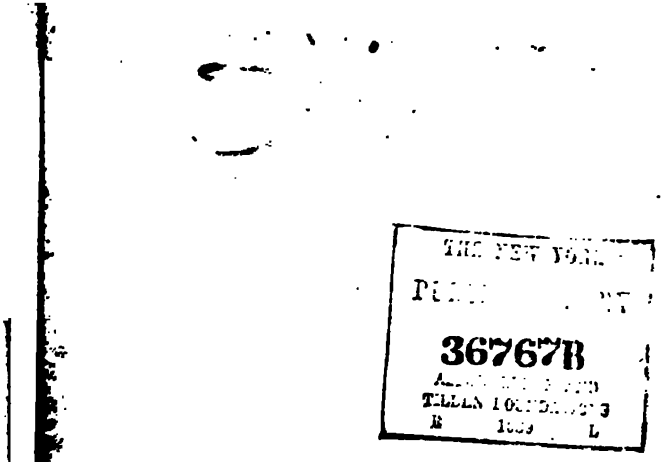
Bearbeitet
von

B. Harres,
Baurath und Lehrer der Architektur an der höhern Gewerbſchule in Darmſtadt.

Erſter Theil.
Hochbauten.

Dritte verbeſſerte Auflage.
Mit 245 Abbildungen, nach Zeichnungen des Verfaſſers in Holz geſchnitten.

Leipzig,
Verlag von Otto Spamer.
1863.



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
36767B
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1909 L

Vorwort

zur ersten Auflage.

Der an mich ergangenen Aufforderung, die Bearbeitung des zweiten Bandes der „Schule der Baukunst“ zu übernehmen, habe ich gern entsprochen, denn es bot sich mir dadurch die Gelegenheit dar, mein Bestreben für die Heranbildung des mir durch einen langjährigen Verkehr auf der Baustelle und in der Schule liebgewordenen Standes der Bauhandwerker, über die Grenzen des engern Vaterlandes hinaus, den Baugewerken des deutschen Gesammtvaterlandes zuzuwenden und, was an mir liegt, dazu beizutragen, daß es allgemeiner erkannt werde: wie die Baukunst ihren Grund und Boden hat in der Bauhütte.

Die „Schule des Zimmermanns“ soll, als zuverlässiger Führer bei praktischen Arbeiten, Auskunft geben über die Natur und die wichtigsten Eigenschaften des Bauholzes, über die bei Zimmerwerken des Hochbaues zur Anwendung kommenden einfachen Maschinen und über die Construction von Gebäudetheilen, deren Herstellung dem Zimmermann ausschließlich zusteht.

Bei dem beschränkten Umfange des Handbuches konnte nur Wesentliches Aufnahme finden. Das Gegebene mit möglichster Klarheit darzustellen, war ich ernstlich bemüht.

Ist mir die Auswahl und Darstellung nur einigermaßen gelungen, so darf ich hoffen, daß dieses Werkchen den Bedürfnissen des Zimmermanns und wol auch billigen Anforderungen von Fachgenossen entsprechen werde.

Darmstadt, im Januar 1855.

Der Verfasser.

Vor- und Schlußwort

zur zweiten Auflage.

Die „Schule der Baukunst", von der unsere „Schule des Zimmermanns" nur einen Bestandtheil ausmacht, verdankt ihre Entstehung dem gewiß zeitgemäßen, von dem Herrn Verleger in dem Prospectus ausgesprochenen und, so viel uns bekannt, in unserem Vaterlande von ihm zuerst zur Verwirklichung in Angriff genommenen Gedanken: daß es Noth thue, über die verschiedenen Zweige der Technik, insbesondere aber der Bauwissenschaft und Baukunst, durch billige, eine praktische Richtung verfolgende Hand- und Hülfsbücher mehr Verständniß zu verbreiten in dem für das Gemeinwohl so wichtigen Stande der Bauhandwerker und Bauunternehmer, als bis jetzt, der Erfahrung nach, durch größere und deshalb meist kostbare Werke in diesen Kreisen geschehen ist. —

Als wir uns dem Unternehmen anschlossen und es mit Freudigkeit nach Kräften zu fördern strebten, war es uns von vorn herein klar, daß in einem Buche, wie unsere zuerst bearbeitete „Schule des Zimmermanns", dessen Umfang auf 12 bis höchstens 15 Bogen festgesetzt werden mußte, — wenn es dem Herrn Verleger möglich bleiben sollte, durch den vorher bestimmten, beispiellos billigen Preis dem Unbemittelten die Anschaffung zu erleichtern, — unmöglich alle Arbeiten des Zimmermanns so erörtert werden konnten, wie es der vorliegende Zweck durchaus erheischte. Ueberzeugt, daß die „Schule des Zimmermanns" mehr Nutzen bringen werde, wenn darin nur ein Theil der Arbeiten des Zimmermanns Aufnahme, dabei aber eine dem Werthe des Gegenstandes entsprechende Erörterung finde, als wenn darin alle Arbeiten, aber in allzu gedrängter *Kürze*, nur nebenbei erwähnt vorkämen: hatten wir bei der Bearbeitung *der ersten Auflage* es für zweckmäßig erachtet, vorerst die wesentlichen

Arbeiten des Zimmermanns beim Hochbauwesen in unsere „Schule des Zimmermanns" aufzunehmen und dieser nach Wunsch und Bedürfnissen eine zweite Abtheilung nachfolgen zu lassen, welche die Arbeiten beim Brücken-, Wasser- und Eisenbahnbau umfaßt, und in welche zugleich die in der ersten Abtheilung absichtlich unerwähnt gelassenen Dach-Constructionen, bei welchen das Eisen als Constructionstheil in Verbindung mit Holz Anwendung findet, — die sogenannten combinirten Constructionen, — aufgenommen werden sollten.

Daß die „Schule des Zimmermanns" eine so günstige Aufnahme und an geachteten Lehranstalten als Lehrbuch Eingang finden, ja nach drei Jahren schon eine zweite Auflage erleben werde, habe ich um so weniger erwartet, als sich gleich nach ihrem ersten Erscheinen Stimmen erhoben hatten, welche ihr eine einseitige Richtung zum Vorwurf machten und an einer weitern Verbreitung des Buches um deswillen zweifelten, weil es gar keine Rücksicht nehme auf hier oder dort übliche Constructionen und Benennungen.

Dieser Vorwurf ist insofern gegründet, als ich mit Absicht dahin getrachtet habe, in den besprochenen Dach-Constructionen nur ein Constructionssystem zur Anwendung zu bringen, dies eine naturgemäße System der Prüfung vorurtheilsfreier Fachgenossen anheimzustellen und es, als ein rechtmäßiges Erbtheil von unseren mittelalterlichen Werkmeistern, zur allgemeinen Wiedereinführung zu empfehlen. Ich habe, damit zusammenhängend, absichtlich die Mittheilung landesüblicher Constructionen und Benennungen vermieden.

Wir fanden uns dadurch, daß die „Schule des Zimmermanns" an geachteten Lehranstalten für Bauhandwerker als Lehrbuch eingeführt worden, in dem Entschlusse bestärkt, sie in der sorgfältig durchgesehenen zweiten Auflage so wenig als möglich verändert und zwar als ersten Theil ans Licht treten und ihr so bald als möglich den bereits erwähnten zweiten Theil nachfolgen zu lassen.

Darmstadt, im Juni 1858.

Der Verfasser.

Vorwort

zur dritten Auflage.

Es sind keine Stimmen dagegen erhoben worden, daß die zweite Auflage der „Schule des Zimmermanns" in ihrem ersten Theile, welcher die Arbeiten des Zimmermanns beim Hochbau zum Gegenstande hat, dem Hauptinhalte nach unverändert erschienen ist. Dies fordert mich auf, auch bei dieser sorgfältig durchgesehenen und durch zwei neue Beispiele vermehrten dritten Auflage keine wesentliche Veränderung eintreten zu lassen. Der in dem Schlußworte zur zweiten Auflage versprochene zweite Theil ist bereits der Oeffentlichkeit übergeben.

Ich habe auch in diesem zweiten Theile den Grundsatz festgehalten, von den Arbeiten des Zimmermanns beim Ingenieurbauwesen nur das Wichtigste, dies aber gründlich zu behandeln, und habe mich für die Bearbeitung des „Brückenbaues" entschieden.

Indem ich mich der Hoffnung hingebe, daß durch nothwendig werdende weitere Auflagen mir die gewünschte Gelegenheit geboten werde, die beiden Theile der „Schule des Zimmermanns" immer mehr zu vervollständigen, übergebe ich diese dritte Auflage des ersten Theils mit dem Wunsche, daß sie auch in ihrem jetzigen Zustande Nutzen bringen möge.

Darmstadt, im Juli 1862.

Der Verfasser.

Inhalt

zur

Schule des Zimmermanns I.

Erster Abschnitt.

Seite

Von dem Bauholze 1

Von der richtigen Fällzeit 1. — Werfen, Schwinden und Reißen des Holzes 4. — Eigenschaften der wichtigsten Zimmerbauhölzer 7. — Laubhölzer: a. Die Eiche. b. Die Sommereiche. c. Die Wintereiche. d. Die Cerreiche. e. Die Knoppereiche. f. Die Erle. g. Die italienische Pappel. h. Die Schwarzpappel. i. Der gemeine Ahorn. k. Die gemeine Walnuß. l. Die Weißbuche. 7—10. — Nadelhölzer: a. Die Kiefer. b. Die Lärche. c. Die Weißtanne. d. Die gemeine Fichte 11.

Zweiter Abschnitt.

Von den Hebezeugen 12

1. Der einarmige Hebel 12. — 2. Der zweiarmige Hebel 12. — 3. Die Hebelade 13. — 4. Der Schraubensatz 15. — 5. Die Winde 15. — 6. Der Hornhaspel 16. — 7. Der Kreuzhaspel 17. — 8. Der Rollenzug 17. — 9. Die Flaschenzüge 18.

Dritter Abschnitt.

Von den Holzbeschlägen 21

1. Beschlag eines quadratisch vollkantigen Balkens aus einem Rundstamm 21. — 2. Beschlag eines hochkantigen Balkens von größter Tragfähigkeit 21. — 3. Beschlag eines quadratisch baumkantigen Balkens 21. — 4. Beschlag eines hochkantig baumkantigen Balkens 22.

Vierter Abschnitt.

Von den Holzverbindungen 22

1. Verbindungen horizontaler Hölzer: a) Verlängerung. b) Kreuzung oder Verknüpfung. c) Verstärkung 23. — Ad a. Verlängerung horizontaler Hölzer 23. — Gegen das Verschieben nach der Länge 23. — Gegen das Verschieben seitlich und nach der Länge 26. — Ad b. Kreuzung oder Verknüpfung horizontaler Hölzer 26. — 1. Bündige Ueberblattungen 26. — 2. Verkämmungen bei Kreuzungen 26. — 3. Bündige Verknüpfungen 26. — 4. Aufgekämmte Verknüpfungen 26. — Ad c. Verstärkung horizontaler Hölzer 27. — Armirte Balken 27.

Seite

2. Verbindungen senkrechter Hölzer: a. Verlängerungen. b. Verstärkungen. c. Verknüpfungen. 29. — 3. Verbindungen geneigter Hölzer 31. — a. Sparren 31. — b. Streben 32. — c. Büge und Zangen 35.

Fünfter Abschnitt.

Von den Wänden 37

Die Blockwand 37. — Die Spundwand 38. — Die Bohlenwand 39. — Die Riegelwand 39. — Riegelwände bei mehrstöckigen Gebäuden 42. — Die Sprengwand 44. — Sprengwand mit Durchbrechungen 44 — Durch zwei Stockwerke geführte Sprengwand 46.

Sechster Abschnitt.

Von den Gebälken 48

Balkenlage von auf die Hochkante gestellten geschnittenen Hölzern 49. — In England übliche Balkenlage aus Hölzern verschiedener Stärke 50. — Gebälke von gleich starken Balken. Benennung der Balken 51. — Relative Festigkeit und verschiedene Tragfähigkeit der Balken 52. — Auflage der Balken an ihren Enden 55. — Balkenlage für ein Gebäude mit Widerkehr 57. — Balkenlage für ein Gebäude von unregelmäßiger Form 58. — Balkenlage mit durchgehenden Binderbalken und Wechselbalken dazwischen zur Aufnahme der Sparrenstiche 59.

Siebenter Abschnitt.

Von den Dachwerken 60

a. Pultdächer 60. — b. Sattelbächer 60. — c. Walmdächer 61. — d. Zeltdächer 61. — Construction der Dachwerke 62. — a. Der stehende Dachstuhl ohne Kehlgebälke 63. — Der stehende Dachstuhl mit Kehlgebälke 68. — b. Der liegende Dachstuhl 70. — Der liegende Dachstuhl mit Kehlgebälke 71. — Der doppelte liegende Dachstuhl 75. — Liegender Dachstuhl mit freiem Dachraum 76. — c. Hängewerke 79. — Das einfache Hängewerk 79. — Einfaches Hängewerk mit Deckpfetten statt der Sparren 81. — Pfettendach mit einfachem Hängewerk ohne Eisen 81. — Doppeltes Hängewerk eines Daches mit Kniestock 88. — Doppeltes Hängewerk mit Kahlgebälke 89. — Doppeltes Hängewerk mit Hülfs-Hängesäulen 89. — Dreifaches Hängewerk 93. — Fünffaches Hängewerk 93. — Hängewerk mit stehendem Stuhle über unterbrochenem Gebälke 92. — Hängewerk über unterbrochenem Gebälke, nach dem Systeme der Krahnen construirt 92. — d. Sprengwerke 98. — Einfaches Hängewerk mit Sprengbügen 97. — Spreng- und Hängewerk mit unterbrochenem Gebälke 100. — Spreng- und Hängewerk mit Aufbau über dem Hauptdache 102. — Vollkommenes Sprengwerk 102. — Bohlenconstruction nach dem Systeme von Delorme 104. — Bohlenconstruction nach dem Systeme von Emy 108.

Achter Abschnitt.

Von den Thürmen 11

Von den Thürmen im Allgemeinen 110. — Im vorigen Jahrhundert übliche Construction der Thürme 111. — Thurmformen 112. — Allgemeine Anforderungen an Thurmconstructionen 114. — Thurmhelm, welcher eine vierseitige Pyramide über einem vierseitigen Giebelthurme bildet 117. — Achtseitiger Thurmhelm auf einem vierseitigen Giebelthurme 119. — Achtseitiger Thurmhelm auf einem quadraten Thurm mit Holzgiebeln 120. — Achtseitiger Thurmhelm ohne Giebel auf einem quadraten Thurme 123. — Thurmconstruction mit doppelten Grathsparren 124. — Achtseitiger Glockenthurm als Dachreiter 127.

Seite

Neunter Abschnitt.

Von den Dachzerlegungen 128
Zerlegung eines schiefen Walmdaches 129. — Zerlegung eines Walmdaches über einem unregelmäßigen Viereck, wobei die Dachflächen eine gleiche Rösche haben 130. — Zerlegung eines Walmdaches über einem unregelmäßigen Viereck, mit horizontalem First und krummen Gräthen 131. — Zerlegung eines Walmdaches über einem unregelmäßigen Viereck mit horizontalem First und geraden Gräthen 133. — Vierseitiges Walmdach über einem unregelmäßigen Viereck 134. — Walmdach von ungleicher Breite mit Widerkehr 136. — Zusammengesetztes unregelmäßiges Walmdach mit Widerkehr und gebrochener Ecke 137. — Dachzerlegung von theils regelmäßigen, theils unregelmäßigen Gebäuden, welche einen quadraten Hof umgeben 137. — Dachzerlegung eines quadraten Gebäudes um einen kreisrunden Hof 138. — Chorhaube 140. — Im Halbkreis einwärts gekrümmte Walmen 142.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Schiften 144
Heraustragen und Schiften im Allgemeinen 144. — Einfache und doppelte Schifter 145. — Lothschmiege, Wangenschmiege und Fußschmiege 146. — Heraustragen und Schiften der zu einem Dachwalmen gehörigen Theile, an dem Werksatze und am Lehrgespärre 146. — Das Schiften an dem Lehrgespärre 150. — Bestimmung der Backenschmiege von dem Werksatze 153. — Das Schiften an Walmdächern mit Widerkehr 155. — Zurückgesetzte Kehlsparren mit aufgesattelten Kehlschiftern 158.

Eilfter Abschnitt.

Von den Treppen 159
Verhältniß der Steigung und des Auftritts von Treppenstufen 161. — Bequemlichkeit einer Treppe im Verhältniß zu dem vorhandenen Treppenraume 162. — Verschiedene Herstellung der Stufen und zwar: a. eingeschobene Stufen; b. Blockstufen; c. versetzte Stufen mit Futterbord und d. aufgesattelte Stufen 167. — Zweiarmige Treppe mit Podest auf halber Stockwerkhöhe mit Wangen und Krümmling 170. — Zweiarmige halbgewundene Treppe mit aufgesattelten Stufen 174. — Zweiarmige gewundene Treppe mit Wangen und versetzten Stufen 176. — Wendeltreppe mit voller Spindel 180. — Wendeltreppe mit hohler Spindel 181. — Verbindungen bei der Zusammensetzung gerader und krummer Wangen 184. — Mäkler 185.

Erster Abschnitt.

Von dem Bauholze.

1. **Von der richtigen Fällzeit.** Allgemein wird angenommen, daß das Bauholz in den Wintermonaten, und zwar von November bis Ende Februar, gefällt werden soll, und es wird selten berücksichtigt, daß die Dauer von sonst gleich gutem Bauholze, je nach der in dieser viermonatlichen Periode eingehaltenen Fällzeit, eine ganz verschiedene sein muß.

Die mittelalterlichen Werkmeister, von denen noch heute, gegen unsere Erfahrungen über die Dauer der im Freien angewendeten Hölzer, Holzgebäude von mehr als dreihundertjährigem Alter bestehen, verfuhren beim Fällen ihrer Bauhölzer nach einem üblichen Spruch:

„Wer sein Holz in der Christnacht fällt,
Dem sein Gebäude zehnfach hält;
Denn Fabian-Sebastian,
Da fängt der Saft schon zu gehen an."

Sie hielten also das letzte Viertel des Dezember für die geeignetste Fällzeit, und daß sie darin Recht hatten, beweisen die auf uns gekommenen Holzbauwerke. Für wie wichtig die richtige Fällzeit des Bauholzes schon bei den Alten gehalten wurde, geht daraus hervor, daß dies von hervorragenden Schriftstellern erwähnt wird.

Plinius verlangt, daß das Bauholz in der Zeit gefällt werde, wo sich die Rinde nicht ablöse; ein späterer Schriftsteller, Vegetius Renatus, giebt geradezu die Hauzeit zwischen dem 15. und 23. Dezember an, und Constantius Columella will das Bauholz im Christmonat gefällt wissen.

Die Richtigkeit der auf Erfahrung und sorgfältige Beobachtung der Pflanzennatur gegründeten Handwerksregel läßt sich durch den Wachsthumsprozeß der Bäume nachweisen, und ist durch neuere Versuche über die verschiedene Dauer von Hölzern, welche, von sonst gleicher Beschaffenheit und gleichem Standorte entnommen, in den verschiedenen Monaten der im Allgemeinen angenommenen Fällzeit geschlagen waren, vollkommen bestätigt worden. — Wenn gleichwol in neueren Lehrbüchern ausgesprochen ist: „die Erfahrung habe zur Genüge gelehrt, daß sowol Laubholz als auch Nadel-

holz zu jeder Jahreszeit gefällt werden könne, ohne die Güte des Holzes im mindesten zu beeinträchtigen, sofern es nur vor der Verwendung vollkommen ausgetrocknet sei" — so glauben wir durch die nachfolgende Betrachtung den Werth dieser, aus einem Lehrbuch in das andere übertragenen Behauptung ins rechte Licht zu stellen.

Die Natur theilt den Wachsthumsprozeß der Bäume in zwei Haupt-Epochen, von der Winter- zur Sommer-Sonnenwende, und von der Sommer- zur Winter-Sonnenwende. Tritt die erste Epoche von der Winter- zur Sommer-Sonnenwende ein, so beginnt die Lebensthätigkeit des Baumes; die Knospen entwickeln sich und die Erweiterung des Baumkörpers beginnt, indem eine neue Lage von Holz unter der Rinde sich außen anlegt.

In der zweiten Epoche, von der Sommer- zur Winter-Sonnenwende, beschäftigt sich die Natur mit der Ausbildung und Reife des in der vorigen Epoche geschaffenen Körperzuwachses und mit der Vorbereitung zur Lebensthätigkeit in der darauf folgenden Epoche. Die in der ersten Epoche in den Saftröhren circulirenden Säfte, welche diese Röhren ganz anfüllen, werden in der zweiten Epoche wesentlich verändert, verdichten sich immer mehr und legen sich, je nach der Baumart, als Gummi oder Harz an die Wandungen der Saftröhren fest an. Wird nun der Stamm gegen Ende der zweiten Epoche, bevor neue Lebensthätigkeit beginnt, gefällt, geästet, entrindet und trocken gelegt, so daß die trockene Luft darauf einwirken und den Holzkörper zusammenpressen kann, so erhärtet die auf dem Stamme noch klebrig gewesene Masse in den Saftröhren ganz und verschließt die inneren Theile des Holzkörpers gegen jede Einwirkung der Atmosphäre. Alle nachtheilige Einwirkung auf das in dieser Art gefällte und getrocknete Holz kann nun nur noch von außen kommen. Anders verhält es sich, sofern der Baum gefällt wird, wenn die Lebensthätigkeit, die mit der Winter-Sonnenwende eintritt, auf's Neue in demselben erwacht ist und die in den Saftröhren befindliche klebrige Masse ihre Function bereits angetreten, neue verwandte Stoffe an sich gezogen und zu erweichen begonnen hat.

Diese erweichten Stoffe, deren Thätigkeit durch das Fällen des Stammes auf gewaltsame Weise unterbrochen wird, gerathen in Gährung, gehen, wie alle Pflanzensäfte, aus dem Zustande der weinigen Gährung in die Essiggährung und aus dieser endlich in die faulige Gährung über, und erlangen damit eine Schärfe, welche die Saftgefäße angreift und zerstört, so daß sich zuletzt der Holzkörper, alles Zusammenhanges beraubt, in Staub auflöst. Die Zerstörung durch äußere Einwirkung; insbesondere Nässe und Wärme, geht um so schneller vor sich, je mehr die Zerstörung von innen nach außen durch die größere oder geringere Schärfe der in faulige Gährung übergegangenen Säfte vorgeschritten ist. Diese Schärfe vermehrt sich am stärksten,

wenn der Baum zu der Zeit gefällt wird, wo die klebrige Masse in den Saftgefäßen erweicht ist und der Baum noch keine Blätter hat, welche eine Veränderung durch die Function der Ausdünstung bewirken; — es ist dies schon in den Monaten Januar und Februar der Fall.

Wird der Baum später, nach den Monaten März oder April, gefällt, und bleibt er einige Tage sammt den Aesten liegen, so wird ein großer Theil der in den Saftröhren enthaltenen Flüssigkeit von den Blättern ausgedunstet, bevor die Gährung der Säfte erfolgt. Wird auf diese Weise die Ursache zur Zerstörung des Holzkörpers durch faulige Gährung der Säfte gemindert, so treten doch durch so spätes Fällen wieder erhebliche Nachtheile ein. Das Holz verliert nämlich durch das Entziehen der Säfte den größten Theil seiner Spannkraft und Tragfähigkeit, und ist in so poröfem Zustande, daß es zum Abhalten des Wassers untauglich wird.

Einige Versuche weisen dies schlagend nach.

Vier Fichtenstämme, von gleichem Alter und auf dem gleichen Boden und Standort neben einander gewachsen, wurden in den vier Wintermonaten, a Ende Dezember, b Ende Januar, c Ende Februar und d Ende März gefällt, in gleich starke und gleich lange Balken beschlagen, möglichst gleichmäßig getrocknet, auf ein und dasselbe Gerüste gelegt und auf ihrer Mitte mit Gewichten belastet. Der Ende Dezember gefällte Baum a trug beinahe das Doppelte der Last, wie der Ende März gefällte Baum d, und, bei gleicher Einbiegung vor dem Brechen, war die Tragfähigkeit bei dem Ende Januar gefällten Baume b 12 Procent, bei dem Ende Februar gefällten Baume c 20 Procent, und bei dem Ende März gefällten Baume d 38 Procent geringer, als die Tragfähigkeit des Ende Dezember gefällten Baumes a.

Baumstangen, Ende Dezember und Ende Februar gehauen, waren erstere nach 16 Jahren noch fest, während die letzteren schon nach 3 bis 4 Jahren abbrachen. Von zwei Stämmen starkem Fichtenholz von gleicher Beschaffenheit, der eine im Dezember, der andere Ende Februar gefällt, vierkantig beschlagen und beide Hölzer in feuchte Erde gegraben, zeigte sich der erstere nach 16 Jahren noch fest, während letzterer nach 8 Jahren verfault war. Von denselben Stämmen wurden Pferdeställe gebrückt, und es mußte das Ende Februar gefällte Holz nach 2 Jahren als unbrauchbar herausgenommen werden, während das Ende Dezember gefällte Holz 5 Jahre brauchbar blieb.

Weitere Belege über die Wichtigkeit des Einhaltens der richtigen Fällzeit des Holzes werden im Jahrgang 1858 der „Landwirthschaftlichen Zeitung für Westfalen und Lippe" mitgetheilt.

Zwei Wagenräder wurden mit Felgen von Buchenholz bekränzt. Das eine von Holz, *im Februar* geschlagen, wurde im zweiten Jahre unbrauchbar,

das andere von Holz im Dezember gefällt, dauerte bei starkem Gebrauche sechs Jahre. Zur Untersuchung des Einflusses der Fällzeit auf die Dichtigkeit und Porosität des Holzes ließ man von vier Eichen gleicher Beschaffenheit, welche beziehungsweise Ende Dezember, Januar, Februar und März gefällt waren, in gleicher Bodenhöhe von jedem Stamme eine vier Zoll dicke Scheibe abschneiden und auf diese einen sechs Zoll hohen und gleichweiten blechernen Kranz aufkitten, so daß die Scheibe den Boden eines offenen Gefäßes bildete, worein zwei Maaß reines Wasser gegossen wurde. Der Boden des im Dezember gefällten Stammes ließ kein Wasser durch; auf der unteren Fläche des Bodens vom Januarholze bildeten sich schon nach 48 Stunden einzelne Tropfen; das Februarholz hielt die Wassermasse nicht über 48 Stunden, und das Märzholz ließ das ganze Wasser in $2^1/_2$ Stunden durch.

Zu gleichem Zwecke wurde von zwei gleichbeschaffenen, neben einander gewachsenen Eichen, deren eine Ende Dezember, die andere Ende Januar gefällt worden, ein gleiches Stück zu Faßdauben aufgehauen. Die daraus sorgfältig und gleich stark angefertigten zweiöhmigen Fässer wurden nach vorhergegangener Anbrühung und Reinigung mit jungem Weine gefüllt. Im Verlauf von Jahr und Tag schwanden im Faß, dessen Dauben aus Dezemberholz gehauen waren, $1^1/_2$ Maaß, während in dem andern, dessen Dauben aus Januarholz gehauen worden, 8 Maaß geschwunden waren.

Da nun der Werth der meisten Zimmerwerke hauptsächlich in deren Dauer besteht, und der Mangel an Dauer weder durch sinnreiche Constructionen, noch durch die vollendetste Arbeit ersetzt werden kann, so muß auf die erste und hauptsächlichste Pflicht des Zimmermanns hingewiesen werden, bei jeder Gelegenheit dahin zu wirken, daß das Bauholz nur im Monat Dezember gefällt werde.

Wenn die alten Werkmeister sogar in der Abnahme oder der Zunahme des Mondes einen erheblichen Einfluß auf die Beschaffenheit des Bauholzes beobachtet haben wollen, so daß sie uns hinterlassen haben, daß alles im abnehmenden Monde geschlagene Holz vor dem Wurmfraße gesichert sei, so mag dies für die neueren Werkmeister von geringem Belang, sollte aber für alle eine ernste Aufforderung sein, bei der Wahl des Bauholzes mit größerer Vorsicht zu Werke zu gehen, als dies im Allgemeinen, und selbst bei den wichtigsten Bauwerken, gewöhnlich geschieht.

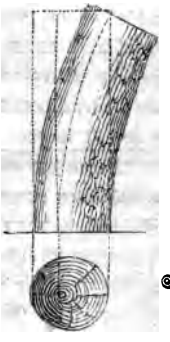
2. **Werfen, Schwinden und Reißen des Holzes.** Die Holzmasse eines jeden Baumstammes ist ungleich fest, und zwar ist der äußere, noch nicht ganz ausgebildete Theil, der Splint, am weichsten, und es nimmt die Festigkeit nach dem Kerne zu, bis in die Nähe desselben, welcher selbst wieder eine geringere Festigkeit hat. Stämme aus geschlossenen Revieren sind im Querschnitt annähernd kreisrund, haben den Kern in der Mitte, und die

Festigkeit des Holzes ist bei gleicher Entfernung vom Kerne eine gleiche. Bei Stämmen von freiem Standorte ist der Querschnitt unregelmäßig, der Kern liegt außer der Mitte, und die Festigkeit des Holzes ist bei gleicher Entfernung vom Kerne durchaus ungleich, und da am geringsten, wo die Jahresringe am breitesten sind. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, daß beim Wachsen des Baumes, welcher jährlich seinen Umfang durch eine äußere Holzschichte erweitert, die Circulation der Säfte nach der Seite am lebhaftesten ist, wo die Sonne am stärksten einwirkt, und daß im Verhältniß der lebhaftern oder trägern Circulation der Säfte eine entsprechende Erweiterung oder Verengerung der Saftröhren eintreten muß. Hieraus erklärt sich, daß das Holz von einem freistehenden Baume auf der Südseite grobfaseriger und lockerer als auf der Nordseite ist.

Auf dieser ungleichen Beschaffenheit des Holzes beruhen die verschiedenen Veränderungen, welche sich schon beim Trocknen und bei der Verarbeitung des trockenen Holzes, das die Fähigkeit besitzt, mehr oder weniger Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zu scheiden und in sich aufzunehmen, als Werfen, Schwinden und Reißen zu erkennen geben.

Betrachten wir in Fig. 1 den Stamm eines freistehenden Baumes. Im Querschnitte erscheint der Kern der Nordseite näher gelegen, und bei gleicher Anzahl der Jahresringe sind dieselben gegen die Südseite ungleich breiter. Beim Trocknen werden nun die vom Kerne nach der Südseite gelagerten lockeren Holzschichten sich mehr zusammenziehen als die festeren Holzschichten auf der Nordseite, und der vor dem Trocknen gerade gewesene Stamm erhält die auf der Nordseite nach außen gekrümmte Gestalt. Dieses Werfen im ganzen Stamme, welches bei allen Hölzern von freiem Standorte vorkommt, weist darauf hin, bei allen horizontalen Verbandstücken die Winter- oder Nordseite des Stammes nach oben zu kehren, damit die Richtung des Werfens der Belastung entgegenwirkt. Bei stehenden Hölzern, welche einem Seitendruck zu widerstehen haben, muß die Nordseite dahin gerichtet werden, woher der Druck kommt, und bei freistehenden Wänden sind geschnittene Hölzer so einzusetzen, daß nach Fig. 2 die Kernseite der Eckpfosten *a* nach innen, und bei den anderen Wandpfosten *b b* von den Eckpfosten *ab* und der Richtung der Wand zugekehrt ist. Freistehende Säulen müssen von Ganzholz und außen rund sein, oder vielkantig bearbeitet werden.

Fig. 1.



Nord. Süd.

Werden Bretter und Bohlen abwechselnd der Nässe und dem Luftzuge

ausgeſetzt, ſo ſpringen die Rindenenden hervor, der Kern aber bleibt zurück. Nehmen wir nach Fig. 3 zwei Bretter an, das eine mit dem Kerne nach oben, das andere mit dem Kerne nach unten gekehrt, ſo wird ſich das erſtere a' in der Mitte aufwärts ziehen, wogegen das letztere b' muldenförmig wird.

Im Kerne geſpaltene Bretter, mit dem Kerne nach entgegengeſetzter Richtung aneinandergefügt, werden ſonach ganzen Brettern mit dem Kerne in der Mitte vorzuziehen ſein.

Wie das Werfen und Schwinden des Holzes auf der ungleichen Dichtigkeit deſſelben beruht, ſo iſt dies auch mit dem Reißen der Fall. Angenommen, daß ein gefällter Stamm den regelmäßigſten Wuchs habe, den Kern in der Mitte und keine bemerkbare Verſchiedenheit in der zu einem und demſelben Jahresringe gehörigen Holzmaſſe, ſo bleibt immerhin die Abnahme der Dichtigkeit des Holzes vom Kerne nach der Rinde, und die Zunahme des Umfanges der Jahresringe nach außen bemerkbar, welche mit der Dichtigkeit derſelben im entgegengeſetzten Verhältniſſe ſteht. Je weniger feſt nun das Holz iſt, um ſo mehr muß es beim Austrocknen ſchwinden, und es wird durch das verhältnißmäßig ſtarke Schwinden der äußeren Holztheile, des Splintes, wodurch die Zuſammenziehung auf ſolche Weiſe erfolgt, daß der Splint die darunter befindlichen Jahresringe nun nicht mehr ringsum bekleiden kann, ein Reißen des Splintes an der Stelle veranlaßt, wo durch äußere Einwirkung das Austrocknen am meiſten befördert wird. Je weiter nun das Austrocknen vom Splinte nach dem Kerne vorrückt, um ſo mehr Jahresringe werden an derſelben Stelle, wo der Riß im Splinte erfolgte, ebenfalls reißen, ſo daß zuletzt der Riß vom Splinte ſich bis zum Kerne erſtreckt, und der Stamm nunmehr kernriſſig iſt. Je ſchneller der Stamm trocknet, um ſo häufiger entſtehen Riſſe. Werden gefällte Stämme entrindet oder bewaldrechtet und bis zu erfolgtem Trocknen an ſchattigem Orte in der Weiſe aufgelagert, daß Luftzug das Austrocknen gleichmäßig befördert, ſo kann dieſem Reißen der Stämme vorgebeugt werden, und mit um ſo beſſerem Erfolge, je regelmäßiger der Wuchs und je feſter das Holz an ſich iſt.

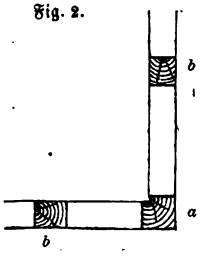


Fig. 2.

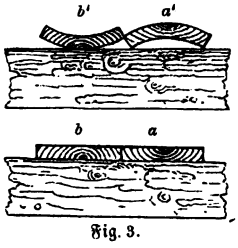


Fig. 3.

Mit noch ſichererem Erfolge wird dem Reißen der Stämme dadurch vorgebeugt, daß man ſie gleich nach dem Fällen entrindet und im Waſſer auslaugt. Es beruht dieſes Verfahren auf dem Entziehen der Pflanzenſäfte durch Auflöſung, und wenn nicht geläugnet werden kann, daß in der Art aus-

gelaugte Hölzer weniger reißen und sich noch weniger werfen, so ist damit doch bei den meisten Hölzern der große Nachtheil verbunden, daß sie an Tragfähigkeit und Dauer sehr erheblich verlieren.

3. Eigenschaften der wichtigsten Zimmerbauhölzer.

Vorausgesetzt, daß die unterscheidenden Merkmale von Laub- und Nadelholz bekannt sind, sollen hier nur diejenigen äußeren Kennzeichen der die wichtigsten Zimmerbauhölzer liefernden Bäume erwähnt werden, welche nicht allgemein bekannt, doch aber von Interesse sind.

Laubhölzer.

a. Die Eiche. Das Holz der Eiche ist beim Bauwesen besonders um deswillen von großer Wichtigkeit, weil es, zum Stützen oder Aufhängen von Lasten verwendet, von allen Bauhölzern die größte Tragfähigkeit und dabei die größte Dauer hat. Es widersteht der abwechselnden Nässe und Trockenheit, hat aber seine größte Dauer unter Wasser, wo es, ganz gegen die Erfahrungen an anderen Holzarten, vermöge seines bedeutenden Lohegehaltes, sogar fester und beinahe unzerstörbar wird. Unter Wasser kann es unmittelbar nach dem Fällen verwendet werden, dagegen bedarf es vor der Verwendung im Freien oder Trocknen einer mehrjährigen Lagerung, und es ist zu vermeiden, es vor erfolgtem Austrocknen zu solchen Verbandstücken zu verwenden, bei denen das Werfen und Schwinden von großem Nachtheil sein kann. Hat das Eichenholz bei großer Festigkeit als Stütze oder Hängesäule die doppelte Tragfähigkeit des besten Nadelholzes, so steht es dagegen, zu Balken und anderen horizontal liegenden Verbandstücken verwendet, welche Lasten zu tragen bestimmt sind, wegen seines größern Eigengewichtes, das allein schon bei einiger Spannweite das Einschlagen veranlaßt, gegen alle Nadelhölzer zurück.

Einheimisch sind in Deutschland nur zwei Eichenarten, die Sommereiche und die Wintereiche.

b. Die Sommereiche, auch Stieleiche (quercus foemina), treibt früher Blätter als die Wintereiche, und ist besonders an den Eicheln, welche, je zwei oder drei, an langen Stielen hängen und beinahe walzenförmig sind, zu erkennen. Das Holz hat eine bräunlichrothe ins Gelbe spielende Farbe, ist sehr zähe und läßt sich leicht spalten. Der Splint zeichnet sich durch seine lichte, beinahe weiße Färbung scharf ab, ist sehr weich und deshalb dem Wurmfraß sehr unterworfen. Es erreicht seine Vollkommenheit als Bauholz früher als das der Wintereiche, und ist deshalb bei gleichem Alter der Stämme jenem vorzuziehen.

c. Die Wintereiche, auch Stein- oder Traubeneiche (quercus robur), treibt später als die Sommereiche, und läßt ihre Blätter erst im Winter fallen. Die Eicheln sind kurz, kegelförmig und hängen an kurzen Stielen, zu drei bis zwölf traubenartig beisammen. Die Farbe des Holzes

ist röthlichbraun. Bei späterer Vollkommenheit ist das Holz brüchiger
das der Sommereiche und zum Spalten weniger geeignet. Der Splint
weniger scharf abgegrenzt und hat eine gelbe Farbe. In der Regel ist
Hauptstamm bis zu den ersten Aesten kürzer als der der Sommereiche.
Nach 200 bis 250 Jahren beginnt die Wintereiche kernfaul zu werden.
verträgt dagegen ein rauheres Klima als die Sommereiche und kommt
besser auf Bergen fort. — Im südlichen Oesterreich und Ungarn finden
die Cerreichen und die Knoppereichen als besondere Abarten.

d. Die Cerreiche (quercus cerris) zeichnet sich durch ihren schla
ken Wuchs aus und liefert in geschlossenen Ständen gerade Stämme, wel
bis zu den ersten Hauptästen eine Länge von 50 bis 60 Fuß haben. D
Holz der Cerreiche ist leichtspaltig, wie jenes der Sommereiche.

e. Die Knoppereiche (quercus aegilops) hat einen niedrig
Wuchs mit kurzem, aber regelmäßig gerundetem Stamme. Das Holz
überaus fest, fester als das der Wintereiche und wie jenes spröde und brüch
Stämme von 5 bis 6 Fuß Durchmesser kommen häufig vor, haben a
selten eine Länge von mehr als 12 bis 15 Fuß.

f. Die Erle, Eller, Else (alnus glutinosa) ein in ganz Euro
vorzugsweise aber in wasserreichen Gegenden, an den Ufern der Bäche wa
sender Baum, welcher bei schwachen Astansätzen gerade, schlanke Stäm
von beträchtlicher Höhe treibt. Das bei jungen Bäumen gelbweiße,
älteren Stämmen dagegen lebhaft rothbraune Holz hat bei starken Jahre
ringen und kleinen Spiegelfasern ein sehr gleichförmiges Gefüge, ist a
nicht sehr hart und noch weniger zähe. Im Trocknen wirft es sich, stockt lei
und ist dem Wurmfraß sehr unterworfen, so daß es zu Hochbauten als Zi
merholz keinen Werth hat und hierin etwa dem Buchenholze gleich ste
Dagegen hält es sich unter Wasser, zumal gleich nach dem Fällen verarbeit
außerordentlich gut, und ist zu Grundpfählen, Rostschwellen und ande
Verbandstücken unter Wasser nächst Eichen das geeignetste Holz. Na
neueren Versuchen ist die Tragfähigkeit des Erlenholzes sogar größer als
des Eichenholzes. Daß bei dem Einrammen von Grundpfählen das Reiß
von Eichenpfählen bei gleicher Schwere und Hubhöhe des Rammklotzes früh
erfolgte, als bei Pfählen von Erlenholz, ist eine Thatsache, die der Verfas
aus eigener Erfahrung mitzutheilen nicht unterläßt, um die Aufmerksamk
auf die so selten hinlänglich gewürdigte Brauchbarkeit des Erlenholzes
Wasserbauwerken zu lenken.

g. Die italienische Pappel (populus italica), ein in Deutschla
zwar nicht einheimischer, aber doch überall angepflanzter Baum, schn
wachsend, mit hohem, schlankem Stamm und pyramidenförmiger Krone. D
Holz, welches eine schöne gelblich-weiße Farbe hat, etwas härter als Linde

holz und sehr zähe ist, hat starke, jedoch nicht leicht erkennbare Jahresringe, dabei aber ein gleichmäßiges dichtes Gefüge, so daß es nicht reißt, und sich wenig, bei richtigem Austrocknen gar nicht wirft. Zu Verbandstücken wenig geeignet, empfiehlt sich das Holz der italienischen Pappel, welches fester und zäher als das der in Deutschland heimischen Schwarzpappel und Zitterpappel ist, als Schnittholz, und zwar zur Anfertigung von Gegenständen, wo die oben angeführten Eigenschaften des Holzes, insbesondere die Zähigkeit, entschiedene Vortheile bieten. Zu Treppenauftritten ist das Holz der italienischen Pappel sehr zu empfehlen, eben so zu Fußböden in solchen Räumen, wo das Einbringen von Sand nicht vermieden werden kann. Durch Auslaugen in dem über frisch gelöschtem Kalk in der Grube sich befindenden Kalkwasser kann diesem Holze eine größere Festigkeit gegeben werden, ohne daß dadurch die Zähigkeit vermindert würde; doch wird durch dieses Verfahren die Farbe des Holzes in Hochgelb umgeändert. Als Blindholz ist es jedem andern, selbst dem Lindenholze vorzuziehen.

h. Die Schwarzpappel (populus nigra), wächst in ganz Deutschland und zwar gerne auf feuchtem Boden und an den Ufern der Flüsse. Diese Pappelart hat einen überaus schnellen Wuchs und treibt gerade und walzenförmige Stämme, welche in einem Alter von 40 bis 50 Jahren eine Höhe von 60 bis 70 Fuß, bei einer Stärke von 3 bis 4 Fuß, mit geringer Abnahme bis zu den ersten Hauptästen, erreichen. Das Holz hat eine schöne weiße Farbe und wird deshalb dem Holze der italienischen Pappel, welches zwar fester und zäher, aber ungleich in der Färbung und schwerer zu bearbeiten ist, häufig vorgezogen.

i. Der gemeine Ahorn, weiße Ahorn, Sykomore (acer pseudoplatanus), kommt fast in ganz Europa, gemischt mit Buchen, jedoch nicht in Menge, meist einzeln vor, und treibt gerade glatte Stämme, welche in einem Alter von 60 bis 80 Jahren 2 bis $2^1/_2$ Fuß Durchmesser, bei einer Höhe von 30 bis 36 Fuß haben. Der Stamm ist in einem Alter von 150 bis 200 Jahren noch vollkommen gesund und erreicht eine Stärke von 4 bis $4^1/_2$ Fuß. Das im Trocknen sehr dauerhafte Holz ist schön weiß, hart, dicht und zähe, so daß es zu Treppenstufen sehr geeignet ist.

k. Die gemeine Walnuß (juglans regia), ein aus dem Orient nach Deutschland verpflanzter Baum, welcher jedoch über den 50. Breitegrad hinaus nicht mehr gedeiht, treibt einen schönen runden Stamm, welcher bis zu einem Alter von 90 bis 100 Jahren schon einen Durchmesser von 3 bis $3^1/_2$ Fuß, dabei aber bis zu den ersten Hauptästen nur eine Höhe von 12 bis 18 Fuß hat. Das Holz, von etwas dunklerer Farbe als das Eichenholz, ist sehr dauerhaft, zähe und wird nicht leicht vom Wurme angefressen, der gewöhnlich nur den Splint zerstört. Es eignet sich gleichfalls zu Treppenstufen.

1. Die Weißbuche, Hainbuche, Hornbuche (carpinus betulus), gehört unter die niederstämmigen Baumarten, welche in den Laubwaldungen mit andern Hochstämmen gemischt vorkommen. Die niedrigen Stämme sind stark gefurcht und zeichnen sich durch eine glatte, meist weißgefleckte Rinde aus. Das Holz, von weißgelblicher Farbe, hat bei alten Stämmen gegen den Kern braune Streifen und auffallend breite Spiegelfasern. Er ist außerordentlich hart, fest und zähe, läßt sich glatt und schön bearbeiten und springt, da es eine große und über das ganze Holzgewebe gleichmäßig verbreitete Dichtigkeit hat, nicht leicht auf. Zu Verbandstücken wird es selten angewendet, dagegen ist es anerkannt das vorzüglichste Holz zu Maschinentheilen, Bauwerksgeräthschaften und Handwerkszeugen verschiedener Art.

Nadelhölzer.

a. Die Kiefer, Föhre, Forle (pinus sylvestris), bildet im nördlichen und mittlern Deutschland die ausgedehntesten Waldungen. Der Stamm, mit stark gefurchter Rinde, erhebt sich in geschlossenen Revieren in bedeutender Höhe bis zu 70 Fuß und mit geringer Abnahme in der Stärke bis zu den ersten, kräftigen und weitausgebogenen Aesten, und hat bis dahin keine tief eingreifenden Aststellen. Die Nadeln, lang und lebhaft dunkelgrün gefärbt, sitzen je zwei zusammen und sind um die Triebe gleichmäßig vertheilt. Die Farbe des Holzes ist bei jungen Stämmen gelb mit weißem Splint, bei alten Stämmen treten die Jahresringe lebhaft roth gefärbt hervor und der Splint wird gelb. Ein durchsichtiges Harz füllt die Saftröhren und quillt beim Fällen lebhaft hervor. Das Kiefernholz ist das härteste und schwerste von den in Deutschland einheimischen Nadelhölzern und hat, seines bedeutenden Harzgehaltes wegen, selbst im Wasser und an feuchten Orten eine Dauer, die jene des Fichtenholzes um das Doppelte übersteigt. Bei seiner Schwere weniger elastisch und etwas spröde, eignet sich das Kiefernholz zu Balkenlagen mit einiger Spannweite nicht; jedoch zu Schwellen, Pfosten und anderen Verbandstücken steht es an Tragfähigkeit dem Eichenholze sehr nahe.

b. Die Lärche (pinus larix), vorzugsweise im Süden von Deutschland heimisch, im nördlichen und mittlern Theile nur wenig verbreitet, weicht von den übrigen Nadelhölzern darin ab, daß sie ihre in Büscheln von 30 und mehr ansitzenden zarten Nadeln, ähnlich dem Laubholze, im Winter vollständig abwirft. Auf geeignetem Boden hat die Lärche von allen Nadelhölzern den kräftigsten Wuchs, so daß schlanke Stämme von 100 Fuß Höhe keine Seltenheit sind. Das bräunlich, auch gelbroth gefärbte und bei alten Stämmen zuweilen dunkel geflammte Holz ist gleichmäßig von Harz durchdrungen, sehr elastisch, zähe und fest. Lärchenholz ist ohne Zweifel das vorzüglichste von den Nadelhölzern, denn es eignet sich, seiner bedeutenden Elasticität *wegen, zu Gebälken* von weiter Spannung, wie auch seiner Festigkeit und

seines gleichmäßigen Harzgehaltes wegen zu Grundbauten und dem Wechsel der Nässe und Trockenheit ausgesetzten Verbandstücken. Da es vom Wurmfraße nicht leidet, empfiehlt sich das schön gefärbte, schlichte und zur scharfen Bearbeitung geeignete Lärchenholz zu Verkleidungen und Schnitzwerk besonders.

c. Die Weißtanne, Edeltanne (pinus abies), mehr im südlichen als im nördlichen Theile von Deutschland verbreitet, namentlich im Schwarzwalde die vorherrschende Nadelholzart, erreicht bei schlankem Wuchse, mit steigender Abnahme des Stammes und mit herabgehenden hängenden Aesten, deren Ausladung nach oben so abnimmt, daß der Baum einer leicht einwärts gekrümmten Pyramide gleicht, die größte Höhe von allen Bäumen Deutschlands, so daß Stämme von 150 Fuß vorkommen. Die zweifach gerippten und nicht spitzen, sondern herzförmig abgerundeten Nadeln, oben lebhaft dunkelgrün und glänzend, haben unten in den Vertiefungen der Rippen einen weißen Ueberzug und sitzen gefiedert an den Seiten der Zweige, so daß die letzteren von unten frei sind. Das Holz, dem schlanken Wuchse des Baumes entsprechend, schlicht, fein und langfaserig, hat eine wenig ins Gelbliche spielende weiße Farbe, enthält wenig Harz und ist das leichteste von unseren Nadelhölzern. Seines geringen Harzgehaltes wegen eignet sich das Holz der Weißtanne zu Grundbauten, und wo es der abwechselnden Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist, nicht; im Innern aber ist es bei seiner Leichtigkeit und Elasticität besonders zu Balkenlagen mit Vortheil anzuwenden. Die schöne weiße Farbe bei selten vorkommenden Aststellen macht dieses Holz zu Schnittwaaren sehr geeignet. Die Aststellen des Tannenholzes sind ein untrügliches Merkmal zur Unterscheidung von dem sonst sehr ähnlichen Holz der Fichte; sie sind dunkel, beinahe schwarz gefärbt und scharf von der anliegenden Holzmasse abgegrenzt, springen beim Beschlagen trocken ab und brechen bei Schnittwaaren unter ganz unbedeutendem Drucke durch.

d. Die gemeine Fichte (pinus picea), der allgemein verbreitete Nadelholzbaum im nördlichen Deutschland, namentlich im Thüringerwald und im Fichtelgebirge, hat den Wuchs wie die Weißtanne, nur weniger schlank, so daß der Stamm bei gleicher Stärke eine geringere Höhe hat. Die pfriemenförmigen, scharf zugespitzten, lebhaft grünen und glänzenden Nadeln sitzen einzeln um den ganzen Zweig, und nur unten etwas weniger dicht. Das Holz, etwas schwerer und fester als Tannenholz, ist harzreicher und hat eine röthlichgelbe Farbe. Zu Grundbauten, welche stets unter Wasser stehen, kann es dem Kiefernholz gleich verwendet werden; in abwechselnder Nässe und Trockenheit ist es dem Verstocken unterworfen. Wenn das Fichtenholz bei Balkenlagen, wegen der bedeutendern Stärkeabnahme der Stämme, dem Holze der Weißtanne nachsteht, so hat es doch, zu allen inneren Verbandstücken verwendet, den Vorzug einer größern Festigkeit und Dauer.

Zweiter Abschnitt.

Von den Hebezeugen.

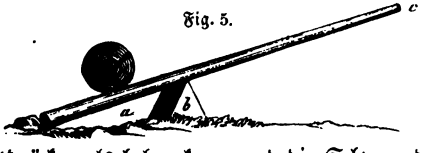
1. Der einarmige Hebel. Bei dem einarmigen Hebel si
Fig. 4 drei Punkte, der Angriffspunkt der Kraft *c*, der Angriffspu
Last *d* und der Unterstützungspunkt *a* zu berücksichtigen. Die Last li

Fig. 4.

schen dem Angriffspunkt d
und dem Unterstützungspu
wird sonach, wenn die Last
werden soll, die Kraft
Last sich nach einer und
ben Richtung bewegen müssen. Da nun das Gewicht des Hebels
hoben werden muß und der Angriffspunkt nicht höher als bis zur B
Arbeiters angenommen werden darf, so sind unnöthig lange und
Hebel nicht vortheilhaft, und werden am zweckmäßigsten etwa 6 Fu
Handspeichen dazu genommen. Aus dem Gesetze, daß die Kraft
Last verhält wie der Hebelarm der Last zum Hebelarm der Kraft, erg
die Berechnung der erforderlichen Kraft zum Bewegen einer bestimmt
Wenn man mit der Verhältnißzahl, die sich aus dem Verhältniß de
des Hebelarmes der Last (von *a* bis *d*) zu der Länge des Hebels (von
ergiebt, in die Last dividirt, so giebt der Quotient die erforderliche K
welche der gegebenen Last das Gleichgewicht hält. Mit einem gering
schuß von Kraft wird dann die Last gehoben. Zu gleichem Resultate
man, wenn man die Last mit der Länge des Hebelarmes der Last (
multiplicirt und dieses Product durch die Länge des Hebelarmes di
(*c* bis *d*) dividirt; der Quotient giebt das Verhältniß der Kraft zur

2. Der zweiarmige Hebel. Der zweiarmige Hebel ist v
einarmigen dadurch verschieden, daß der Unterstützungspunkt *b* nach

Fig. 5.



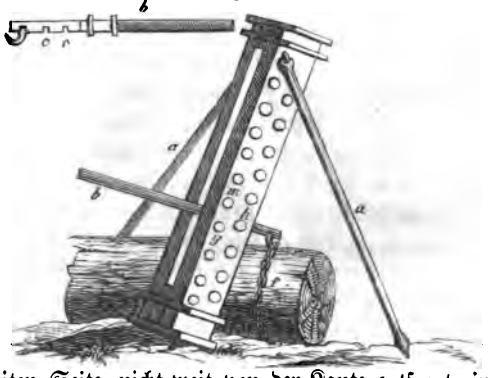
zwischen der Last und dem A
punkte der Kraft *c* liegt.
nun die Last gehoben we
muß die Kraft nach unten
ken. Da nun der Arbeit
drücken als heben kann, und die Schwere des Hebels mitwirkt, so ist
daß der zweiarmige Hebel zum Heben schwerer Lasten geeigneter ist,

einarmige. An diesem Hebel ist der Hebel der Last von *a*, wo die Last ruht, bis zum Unterstützungspunkte *b* und der Hebelarm der Kraft vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte der Kraft *c* anzunehmen.

Die Berechnung der Kraft ist wie bei dem einarmigen Hebel, nur beträgt der Hebelarm der Kraft nicht die ganze Länge des Hebels, sondern nur die Länge vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte *c*. Die Schwere des Hebels, welcher nach unten drückt, wird der Last nicht hinzugefügt, sondern, wenn der Hebelarm der Kraft schwerer ist, als der Hebelarm der Last, der Gewichtsunterschied von der Last abgezogen.

3. Die Hebelade. Die Hebelade wird entweder aus einem Stück Holz von 8 bis 10 Fuß Länge und 7 bis 8 Zoll Stärke angefertigt und daraus die zur Aufnahme des Hebels erforderliche Aushöhlung durchgearbeitet, oder sie besteht aus zwei Bohlen, zwischen welchen unten und oben ein Bohlenstück befestigt ist, welches die Hauptbohlen in der Breite des Schlitzes aus einander hält. In beiden Fällen wird der untere und der obere Kopf durch starke Eisenbänder zusammengehalten. Zur Verhinderung des Ausgleitens werden am untern Kopfe zwei bis vier starke eiserne Spitzen angebracht, und es befinden sich bei größeren Hebeladen auf beiden Seiten, vom Oberkopf ausgehend, noch eiserne Stützen *a a*. Um dem Hebel *b*, welcher entweder von Eisen, etwa 1 und $1^1/_2$ Zoll stark, oder von Holz mit dem eisernen Angriffe durch zwei Ringe verbunden, angefertigt ist, einen veränderlichen Stützpunkt zu geben, werden auf der breiten Seite, nicht weit von der Kante entfernt, in regelmäßigen, aber abwechselnden Entfernungen zwei Reihen Löcher zur Aufnahme der durchzusteckenden zwei Eisenbolzen durchgebohrt, auf denen der Hebel abwechselnd ruht. Der Hebel erhält, zur sichern Auflage auf den Bolzen, an der Unterkante zwei halbkreisförmige Ausschnitte *c c*, deren Entfernung mit den Bohrlöchern übereinstimmt. Zum Aufhängen der zu hebenden Last befindet sich am vordern Ende des Hebels ein starker beweglicher Haken. Die Hebeladen, wenn auch hauptsächlich zum senkrechten Heben von Lasten bestimmt, können eben sowol zum Ziehen, als Ersatz für Winde und Flaschenzug, in Anwendung kommen. Beim Heben eines nicht sehr schweren

Fig. 6.



Stammes ſtelle man die Hebelade ſo weit von dem Stammende entfernt, daß noch ein Vorderwagen untergefahren werden kann, mit etwas Steigung nach dem Stamme zu auf, ſichere dieſelbe gegen das Umſchlagen durch Einſetzen der Stützen *a a*, ſchlinge alsdann eine Kette um den Stamm, hänge den Haken des Hebels *b* in dieſelbe, ſtecke nun bei *g* unter den Hebel einen Bolzen ein und drücke den Hebel nieder. Iſt der Hebel ſo weit herunter gebracht, daß man bei *h* einen Bolzen unterſtecken kann, dann hebe man den Hebel wieder in die Höhe, nehme den Bolzen aus *g* und ſtecke ihn bei *m* ein, und ſo fort, bis der Stamm hoch genug gehoben iſt. Wendet man ſtatt des unterhalb ausgekerbten Hebels einen ſtärkern durchbohrten Hebel an, ſo iſt zwar das Einſtecken der Bolzen umſtändlicher, die Gefahr des Ausgleitens von den Bolzen aber beſeitigt.

Bei ſehr dicken Stämmen werden die Stützen *b b* nicht von oben nach vorn, ſondern gegen den Seitenſchub ſeitlich aufgeſtellt, und es wird die Hebelade gegen das Umſchlagen nach vorn durch ein ſtarkes Stück Holz *a*, welches auf den Stamm zur Befeſtigung der Kette *e* aufgelegt iſt, geſichert. Iſt die Kette möglichſt ſtraff an den Hebel angehängt, ſo wird die Laſt vermittelſt des Hebels gehoben. Durch die Wirkung ihres Gewichts bei *a* und die Wirkung der Kraft am Hebel *b* hebt ſich die Laſt ſenkrecht. Mit der Steigung der Laſt nähern ſich die Hebelade und die Stütze *a* immer mehr der ſenkrechten Stellung. Beim Aufladen dicker Stämme wird zuerſt das Stammende und

Fig. 7.

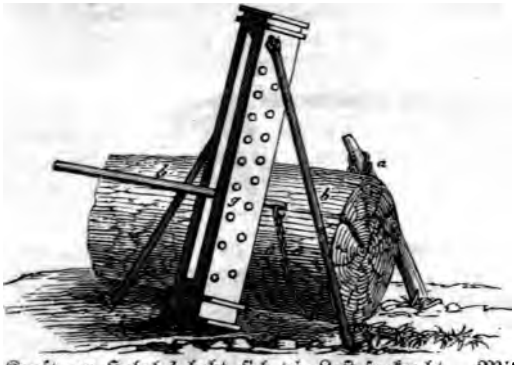
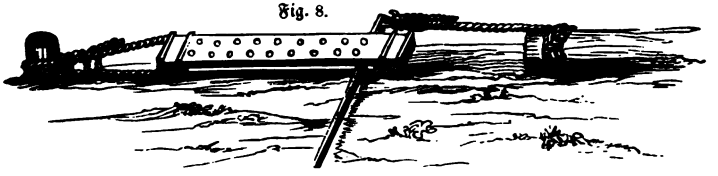


Fig. 8.



dann das Zopfende, beim Abladen dagegen wird das Zopfende zuerſt vom Hinterwagen gehoben, und alsdann erſt das Stammende vom Vorderwagen.

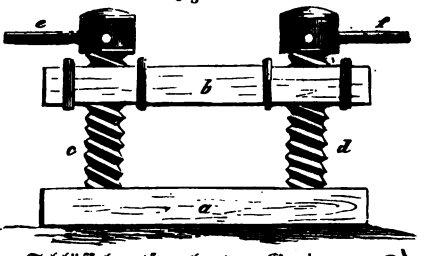
Beim Abladen ſehr ſchwerer Hölzer hebe man zuerſt von dem Hinterwa-

gen, ziehe denselben zurück und unterbaue den Klotz in der Art, daß er beim Niederlassen nach hinten das Uebergewicht erhält, und so der Vorderwagen frei wird.

Zum Zuge, als Ersatz der Erdwinde oder des Flaschenzuges, legt man die Hebelade mit dem Kopfe an einen Pfahl oder andern dazu geeigneten Gegenstand fest, verbindet den zu ziehenden Gegenstand nach Fig. 8. durch ein Seil mit dem Ende des Hebels, und verfährt nun zum Anziehen ganz eben so, wie bei der Anwendung der Hebelade zum Heben angegeben wurde.

4. Der Schraubensatz. Der Schraubensatz besteht nach Fig. 9 aus einer Schwelle *a* mit zwei Spuren für die Schrauben, dem Träger *b* mit zwei Muttern, zwei Schraubenspindeln *c* und *d* und zwei Hebeln oder Schraubenschlüsseln *e* u. *f*. Werden Hebel zum Drehen angewendet, so werden die Schraubenköpfe zu deren Aufnahme im rechten Winkel durchbohrt; werden die Schrauben mit Schraubenschlüsseln gedreht, so erhalten die Köpfe ein dem Schlüssel entsprechendes Gevierte. Die zu hebende Last muß durch eine Stütze (Sprieße) auf die Mitte des Trägers *b* und zwar senkrecht gebracht werden, damit die beiden Schrauben gleichmäßig zu tragen haben. Da die Schraube eine schiefe Ebene ist, so verhält sich die Kraft zur Last, wie sich die Höhe des Schraubenganges zum Umfange der Spindel verhält. Es wird hiernach die Kraft zur Last gefunden, wenn man die Last mit der Höhe des Schraubenganges multiplicirt und das Product durch den Umfang der Spindel dividirt; der Quotient giebt die zum Heben der Last erforderliche Kraft. Hiernach wäre eine sehr starke Schraube mit sehr flachem Schraubengange die vortheilhafteste. Da nun aber zu den Schraubensätzen des Zimmermanns hölzerne Schraubenspindeln verwendet werden, und die in dem Träger *b* enthaltenen Schraubenmuttern ebenfalls in Holz eingeschnitten sind, so darf das Schraubengewinde nicht zu flach werden, und es müssen der Schraubenzahn und die Einkerbung, um genügend stark zu sein, wenigstens einen rechten Winkel bilden.

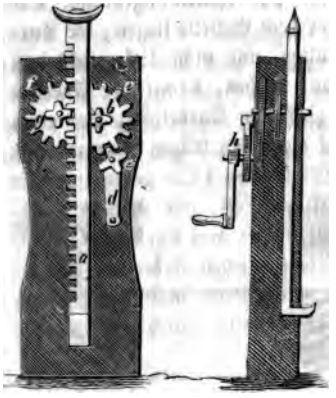
Fig. 9.



5. Die Winde. Die Winde des Zimmermanns ist in der Regel die übliche Wagenwinde mit hölzernem Gehäuse nach Fig. 10. In dem Gehäuse befindet sich ein etwa 2″ breiter und $^3/_4$″ dicker eiserner Stab, welcher oben mit einer beweglichen Klaue versehen und unten nach außen zu einem Haken, welcher im rechten Winkel vortritt, umgebogen ist. Es giebt Winden mit einfachem und solche mit doppeltem Getriebe. Bei den Winden mit einfachem Getriebe wird die gezahnte Zugstange *a* durch ein Stirnrad *c* und ein Ge-

triebsrad *b*, welche durch eine Kurbel *d* in Bewegung geſetzt werden, gehob
An Winden mit doppeltem Getriebe ſind außer den angeführten zwei 9

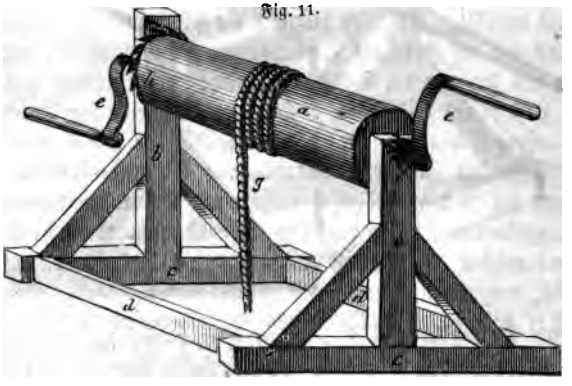
Fig. 10.



dern noch zwei andere angebracht, von de
das Rad *f* in das kleinere Rad *b* eingre
und das Rad *g* erſt zum Bewegen
Zahnſtange beſtimmt iſt. An beiden W
den iſt außerhalb des Gehäuſes, zur V
hütung des Zurückſinkens der Laſt,
Sperrrad *h* nebſt Sperrhaken angebra
Bei der Berechnung multiplicirt man
zu hebende Laſt mit der Summe der Ha
meſſer der kleineren Räder, und divid
das Reſultat durch die Summe der Ha
meſſer der größeren Räder mal der Lä
der Kurbel; hieraus ergiebt ſich die erf
derliche Kraft. Gleiches Reſultat erh
man, wenn man die zu hebende Laſt
der Kreisbewegung des kleinern Rades *g* multiplicirt und das Product du
die Kreisbewegung der Kurbel dividirt. Beiden Reſultaten ſind für die n
unbeträchtliche Reibung noch 15 Procent zuzuſetzen.

6. Der Hornhaspel beſteht aus einer runden Welle mit zwei eiſer
Zapfen, welche in zwei eiſernen, mit Deckeln verſehenen Lagern ruhen.

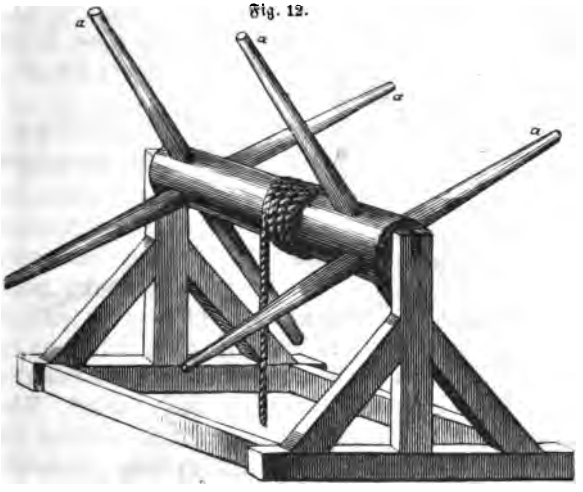
Fig. 11.



Ständer *b b* ſtehen auf Schwellen *c c*, welche durch Streben gegen ſeitlic
Ausweichen geſichert ſind. Die Längeſchwellen *d d* werden des leichtern A
einandernehmens wegen durch Schwalbenſchwanzzapfen und eingetriebene K
mit den Querſchwellen c c verbunden. Zur Bewegung der Welle *a* ſind

der Verlängerung der Lagerzapfen versetzte Kurbeln *ee* angebracht. Zur Verhütung einer Rückwirkung der Last wird entweder außen am Zapfen bei *f*, oder besser bei *h* an der Welle, ein Sperrrad mit Sperrhaken angebracht. Die Welle *a* darf nicht höher als etwa 3 Fuß über dem Gestelle liegen; die Kurbeln *ee* dürfen nicht höher, als bis zur Schulter, und nicht tiefer, als daß sie der Arbeiter ohne Kniebiegen erfassen kann, reichen, damit der Arbeiter seine volle Kraft anwenden kann. Dies ergiebt eine Kurbellänge von etwa 18 Zollen. Damit beim Umdrehen kein Ruck durch den trägen Moment entsteht, müssen die Kurbelarme unter einem Winkel von 172° gegen einander stehen. Bei dem Haspel verhält sich die Kraft zur Last, wie sich der Halbmesser der Welle zur Länge der Kurbel verhält. Bei zwei Kurbeln vertheilt sich die hiernach gefundene Kraft in die Hälfte für jeden Arbeiter. Ist die Last gegeben und eben so die Kurbellänge, so multiplicirt man die gegebene Kraft mit der Kurbellänge, und dividirt das Product durch die bekannte Last; der Quotient giebt den Halbmesser der Welle.

Fig. 12.

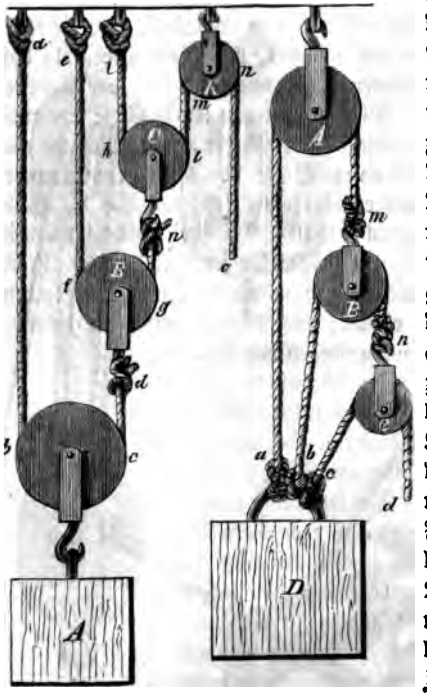


7. Der Kreuzhaspel ist von dem Hornhaspel nur dadurch verschieden, daß die Welle durch 4 über Kreuz eingestellte Hebel *a a* in Bewegung gesetzt wird. Die Berechnung der Kraft ist dieselbe wie bei dem Hornhaspel, wenn die Länge der Hebelarme vom Angriffspunkt bis zur Mitte der Welle, statt der Kurbellänge, angesetzt wird.

8. Der Rollenzug wird gebildet, indem man mehrere bewegliche Rollen unter sich zum Heben einer Last verbindet.

Die Befeſtigung der Scheiben iſt entweder nach Fig. 13, daß alle Tauenden am Gerüſte befeſtigt ſind, und die Scheiben mit der Laſt hinaufgezogen werden, oder nach Fig. 14, daß die Tauenden an der Laſt befeſtigt werden und die Scheiben, mit Ausnahme der an dem Gerüſte befeſtigten Hauptſcheibe, beim Aufziehen der Laſt heruntergehen. Bei den Rollenzügen nach Fig. 13 iſt das Gewicht der Scheiben, welche mit der Laſt gehoben werden müſſen, der zu hebenden Laſt zuzufügen; bei denen nach Fig. 14 iſt das Gewicht der Scheiben, welches abwärts mit ziehen hilft, von der zu hebenden Laſt abzuziehen. Da bei beweglichen Rollen die halbe Kraft zum Heben einer Laſt erforderlich iſt, ſo beſteht die Berechnung der Kraft für den Rollenzug Fig. 13 darin, daß man das zu hebende Gewicht durch ſoviel mal 2 dividirt, als bewegliche Rollen mit einander verbunden ſind, wobei die letzte Rolle, von der das Zugſeil ausgeht, nicht gerechnet werden kann. Bei dem Rollenzug nach Fig. 14 wird die Kraft zum Heben der Laſt gefunden, wenn man für jedes Tau, *a b c*, welches an der Laſt befeſtigt iſt, eine 2 ſetzt, dieſe mit einander multiplicirt und von dem Product 1 abzieht; der Reſt giebt das Verhältniß der Kraft zur Laſt. Sind die Gerüſte zum Befeſtigen der Rollenzüge vorhanden, ſo gewähren ſie manchen Vortheil vor den Flaſchenzügen. Die Herſtellung durch einfache Rollen ohne weitläufige Vorkehrungen, geringere Reibung und geringerer Widerſtand durch die Steifheit der Seile und das Verwenden kurzer Seile oder Taue ſind wohl zu berückſichtigende Vorzüge, welche für deren Anwendung empfehlend angeführt werden können.

Fig. 13. Fig. 14.



9. Die Flaſchenzüge. Bei den Flaſchenzügen bewegt ſich nicht jede Rolle für ſich, ſondern ſie bewegen ſich gemeinſchaftlich neben einander um einen Zapfen, oder über einander, jede Rolle auf eigenem Zapfen, deren *Entfernung von einander* unveränderlich iſt.

Fig. 15 stellt einen Flaschenzug mit neben einander liegenden Rollen vor, welcher aus zwei Kloben und dem dazu gehörigen Tauwerk besteht. In einem Kloben von Holz, am besten Rüster- oder Eschenholz, bewegen sich 3 Scheiben um ihren Mittelpunkt gemeinschaftlich auf einem Bolzen. Die in dem Kloben befindlichen Schlitze zur Aufnahme der Rolle dürfen nicht breiter sein, als daß darin die Rolle ohne Reibung sich bewegen kann, damit das Tau beim schrägen Anziehen oder Ausspringen von der Rolle sich nicht zwischen Wand und Rolle einklemmt. Um das Auffspringen des Holzklobens zu verhüten, erhält derselbe nach Fig. 16 einen Eisenbeschlag, in welchem nach oben ein Kloben mit Ring *c* und nach unten ein Haken *d*, beide mit Wirbeln versehen, angebracht sind. Beim Beziehen legt man beide Kloben *A* und *B*, Fig. 15, etwa 3 bis 4 Fuß entfernt, über einander, so daß der Kloben *A*, woran sich Haken und Ring befinden, nach oben zu liegen kommt. Ist das Tau sehr lang, so wird das kurze Ende, welches in dem Haken *c* an dem obern Kloben befestigt werden soll, von oben nach unten über der Scheibe 1, von unten über der Scheibe 2, von oben über 3, von unten über 4, von oben über 5 und zuletzt von unten über 6 geführt, von wo das Tau in dem Haken *c* im obern Kloben befestigt wird. Ein umgekehrtes Verfahren, wobei das Ende zuerst am Kloben *c* befestigt und von da das ganze Tau rückwärts über die Rollen geführt würde, müßte unausbleiblich zu Verschlingungen des Taues führen.

Fig. 15.

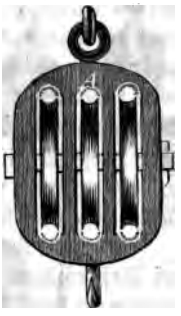
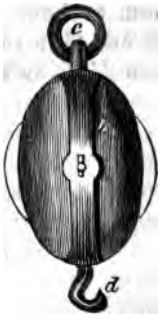


Fig. 16.

In Fig. 17 ist ein Flaschenzug mit über einander liegenden Rollen, welche sich, eine jede für sich, um eigene Bolzen drehen und, statt in einem Holzkloben, in einem Eisenbeschlag befestigt sind, welcher, hier aus geraden Schienen gebildet, besser aber aus zwei Eisenplatten besteht, welche die Scheiben ganz decken und das Abspringen des Taues von den Rollen verhindern. Während bei den Flaschenzügen mit neben einander liegenden Rollen beide Kloben gleich groß sind, ist dies bei denen mit über einander liegenden Rollen nicht der Fall. Der Durchmesser der *Scheiben im untern Kloben* ist um die doppelte Taustärke größer, als jene



Zweiter Abschnitt.

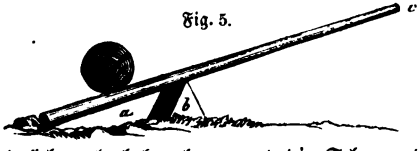
Von den Hebezeugen.

1. Der einarmige Hebel. Bei dem einarmigen Hebel sind nach Fig. 4 drei Punkte, der Angriffspunkt der Kraft *c*, der Angriffspunkt der Last *d* und der Unterstützungspunkt *a* zu berücksichtigen. Die Last liegt zwischen dem Angriffspunkt der Kraft und dem Unterstützungspunkt; es wird sonach, wenn die Last gehoben werden soll, die Kraft mit der Last sich nach einer und derselben Richtung bewegen müssen. Da nun das Gewicht des Hebels mitgehoben werden muß und der Angriffspunkt nicht höher als bis zur Brust des Arbeiters angenommen werden darf, so sind unnöthig lange und schwere Hebel nicht vortheilhaft, und werden am zweckmäßigsten etwa 6 Fuß lange Handspeichen dazu genommen. Aus dem Gesetze, daß die Kraft sich zur Last verhält wie der Hebelarm der Last zum Hebelarm der Kraft, ergiebt sich die Berechnung der erforderlichen Kraft zum Bewegen einer bestimmten Last. Wenn man mit der Verhältnißzahl, die sich aus dem Verhältniß der Länge des Hebelarmes der Last (von *a* bis *d*) zu der Länge des Hebels (von *a* bis *c*) ergiebt, in die Last dividirt, so giebt der Quotient die erforderliche Kraft an, welche der gegebenen Last das Gleichgewicht hält. Mit einem geringen Zuschuß von Kraft wird dann die Last gehoben. Zu gleichem Resultate gelangt man, wenn man die Last mit der Länge des Hebelarmes der Last (*a* bis *d*) multiplicirt und dieses Product durch die Länge des Hebelarmes der Kraft (*c* bis *d*) dividirt; der Quotient giebt das Verhältniß der Kraft zur Last.

Fig. 4.

2. Der zweiarmige Hebel. Der zweiarmige Hebel ist von dem einarmigen dadurch verschieden, daß der Unterstützungspunkt *b* nach Fig. 5 zwischen der Last und dem Angriffspunkte der Kraft *c* liegt. Soll nun die Last gehoben werden, so muß die Kraft nach unten hin wirken. Da nun der Arbeiter mehr drücken als heben kann, und die Schwere des Hebels mitwirkt, so ist es klar, daß der zweiarmige Hebel zum Heben schwerer Lasten geeigneter ist, als der

Fig. 5.



einarmige. An diesem Hebel ist der Hebel der Last von *a*, wo die Last ruht, bis zum Unterstützungspunkte *b* und der Hebelarm der Kraft vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte der Kraft *c* anzunehmen.

Die Berechnung der Kraft ist wie bei dem einarmigen Hebel, nur beträgt der Hebelarm der Kraft nicht die ganze Länge des Hebels, sondern nur die Länge vom Unterstützungspunkte *b* bis zum Angriffspunkte *c*. Die Schwere des Hebels, welcher nach unten drückt, wird der Last nicht hinzugefügt, sondern, wenn der Hebelarm der Kraft schwerer ist, als der Hebelarm der Last, der Gewichtsunterschied von der Last abgezogen.

3. Die Hebelade. Die Hebelade wird entweder aus einem Stück Holz von 8 bis 10 Fuß Länge und 7 bis 8 Zoll Stärke angefertigt und daraus die zur Aufnahme des Hebels erforderliche Aushöhlung durchgearbeitet, oder sie besteht aus zwei Bohlen, zwischen welchen unten und oben ein Bohlenstück befestigt ist, welches die Hauptbohlen in der Breite des Schlitzes aus einander hält. In beiden Fällen wird der untere und der obere Kopf durch starke Eisenbänder zusammengehalten. Zur Verhinderung des Ausgleitens werden am untern Kopfe zwei bis vier starke eiserne Spitzen angebracht, und es befinden sich bei größeren Hebeladen auf beiden Seiten, vom Oberkopf ausgehend, noch eiserne Stützen *a a*. Um dem Hebel *b*, welcher entweder von Eisen, etwa 1 und $1^1/_2$ Zoll stark, oder von Holz mit dem eisernen Angriffe durch zwei Ringe verbunden, angefertigt ist, einen veränderlichen Stützpunkt zu geben, werden auf der breiten Seite, nicht weit von der Kante entfernt, in regelmäßigen, aber abwechselnden Entfernungen zwei Reihen Löcher zur Aufnahme der durchzusteckenden zwei Eisenbolzen durchgebohrt, auf denen der Hebel abwechselnd ruht. Der Hebel erhält, zur sichern Auflage auf den Bolzen, an der Unterkante zwei halbkreisförmige Ausschnitte *c c*, deren Entfernung mit den Bohrlöchern übereinstimmt. Zum Aufhängen der zu hebenden Last befindet sich am vordern Ende des Hebels ein starker beweglicher Haken. Die Hebeladen, wenn auch hauptsächlich zum senkrechten Heben von Lasten bestimmt, können eben sowol zum Ziehen, als Ersatz für Winde und Flaschenzug, in Anwendung kommen. Beim Heben eines nicht sehr schweren

Fig. 6.

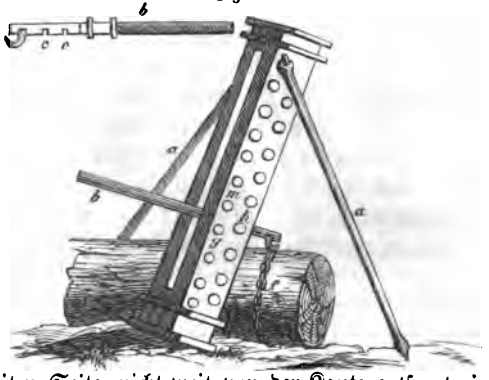


Fig. 22.

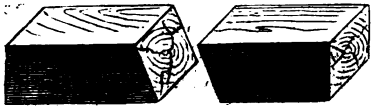


Fig. 23.

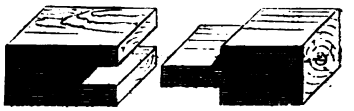


Fig. 24

Fig. 25.

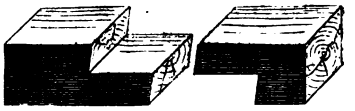


Fig. 26.

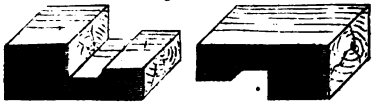


Fig. 27.

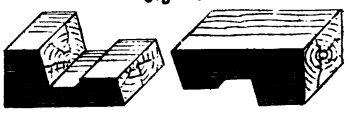


Fig. 28.

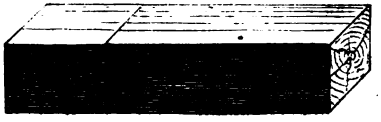


Fig. 29.

Fig. 30.

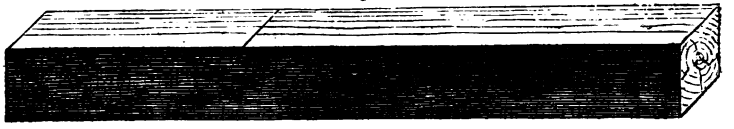


Fig. 31.

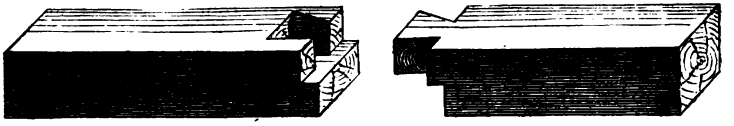


Fig. 32.

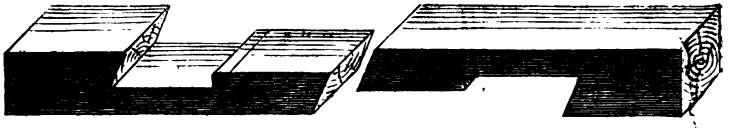
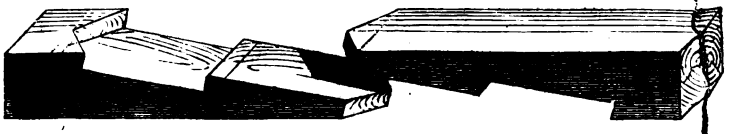


Fig. 33.



hauptsächlich die dem beabsichtigten Zwecke einfach, aber sicher entsprechenden Holzverbindungen zur Sprache kommen.

Lage und Stellung der Hölzer ist bei den Constructionen verschieden, und zwar entweder horizontal oder senkrecht, oder unter einem Winkel geneigt, und es erscheint am zweckmäßigsten, hiernach die Verbindungen der Hölzer getrennt zu betrachten.

1. **Verbindungen horizontaler Hölzer** haben zum Zweck:
   a. Verlängerung,
   b. Kreuzung oder Verknüpfung,
   c. Verstärkung.

Ad a. Verlängerung. Angenommen, daß zu verlängernde Hölzer nächst den Verbandstellen unterstützt sind, so wird sich die Verbindung darnach richten müssen, ob die mit einander zu verbindenden Hölzer keinem Verschieben ausgesetzt sind, sonach einfach auf einander ruhen, oder ob ein Verschieben seitlich oder nach der Länge stattfinden kann. Bei Längehölzern, welche keinem Verschieben zu widerstehen haben, genügt Fig. 22 der schräge Stoß, Fig. 23 der Zapfen, Fig. 24 das Blatt mit geradem Stoß, und Fig. 25 das Blatt mit schrägem Stoß.

Beim schrägen Stoß wird die Neigung des Stoßes der halben Höhe, beim Zapfen die Stärke gleich dem dritten Theil und die Länge gleich der ganzen Höhe, und beim Blatt die Länge gleich der Höhe angenommen.

Gegen das Verschieben nach der Länge wird das Hakenblatt Fig. 26 mit geradem Stoß und das Hakenblatt Fig. 27 mit schrägem Stoß angewendet. Bei beiden Blättern muß der Haken senkrecht gegen das Blatt gerichtet sein, der Haken greift um den sechsten Theil der Höhe ein, und die Länge des ganzen Verbandes wird am besten bei Fig. 26 zu $1\,^1/_2$ und bei Fig. 27 zum Doppelten der Höhe angenommen.

Um das feste Aneinanderschließen derartiger Verbindungen zu ermöglichen, wird nach Fig. 28 zwischen dem Haken der Keil angebracht und zu dem schräg eingreifenden Stoß ein Stoß mit horizontal eingreifendem Zapfen nach Fig. 29 hinzugefügt. Die Länge beider Verbindungen beträgt das Doppelte, die Stärke des Hakens den fünften Theil der Höhe der mit einander zu verbindenden Hölzer, und das Ineinandergreifen des schrägen Stoßes sowol als des horizontalen Zapfens darf nicht mehr betragen, als die zu $^1/_5$ der Höhe angenommene Stärke des Keils. Bei schweren Hölzern wendet man, des leichtern Einsetzens wegen, das Fig. 30 dargestellte schräge Hakenblatt mit Keil an, bei welchem, wie bei den vorhergehenden Hakenblättern, der Keil in die Mitte und im rechten Winkel gegen die schiefe Ebene gesetzt wird. Die schrägen Stöße werden, des festen Aneinandertreibens wegen, ebenfalls rechtwinkelig gegen die geneigten Ebenen geschnitten.

Fig. 22.

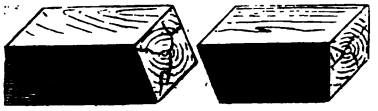


Fig. 23.

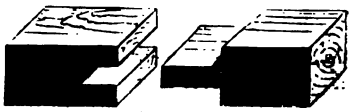


Fig. 24

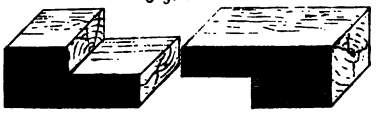


Fig. 25.

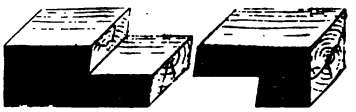


Fig. 26.

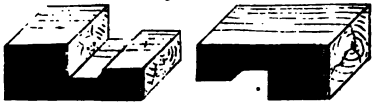


Fig. 27.

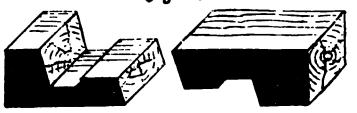


Fig. 28.

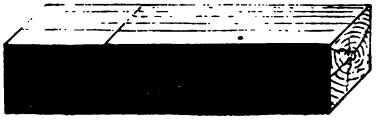


Fig. 29.

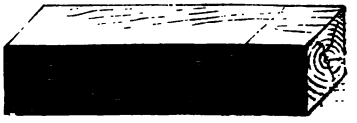


Fig. 30.

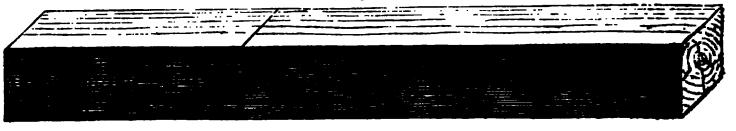


Fig. 31.

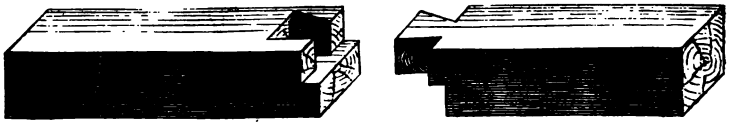


Fig. 32.

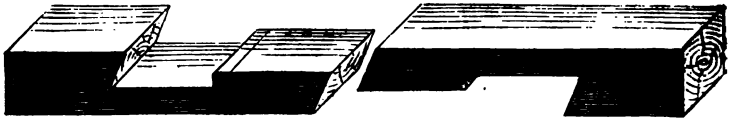


Fig. 33.

Fig. 35.

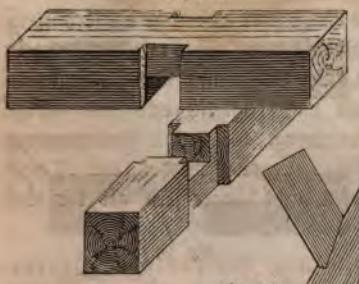


Fig. 34.

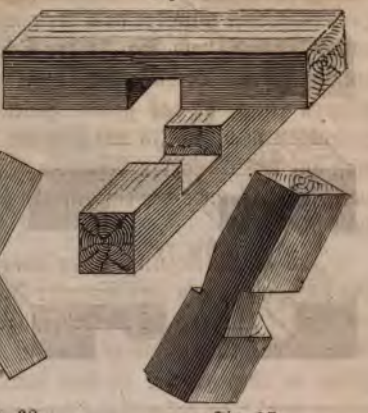


Fig. 36.

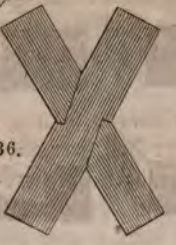


Fig. 39. Fig. 38. Fig. 37.

Fig. 41.

Fig. 40.

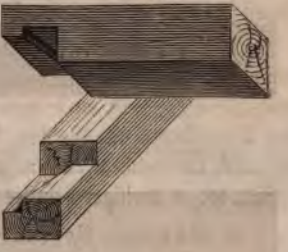


Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Gegen das Verschieben seitlich und nach der Länge wird bei Hölzern, welche entweder nach der ganzen Länge oder auf kurze Entfernungen unterstützt sind, nach Fig. 31 der Schwalbenschwanzzapfen mit Brüstung in den angegebenen Verhältnissen angebracht. Bei starken und weit freiliegenden Hölzern entspricht das gerade Hakenblatt nach Fig. 32 und das schräge Hakenblatt nach Fig. 33 mit Keil und Versetzung. Bei diesen Verbindungen muß auf das Einfahren besondere Rücksicht genommen werden, und es darf aus diesem Grunde der eingreifende Zapfen nicht länger sein, als der Keil breit ist.

Ad b. Kreuzung oder Verknüpfung horizontaler Hölzer. Bei Kreuzungen geht das bindende Holz über die Grenzen des zu verbindenden Holzes hinaus, bei Verknüpfungen überschreitet das bindende Holz die Grenzen des zu verbindenden nicht. Entweder liegt die Oberfläche beider Hölzer in einer Ebene, sie sind bündig, oder das eine Holz steht über das andere vor. Im ersten Falle kommen Verblattungen und Versetzungen, im zweiten Falle Verkämmungen vor.

1. Bündige Ueberblattungen bei Kreuzungen im rechten Winkel sind in Fig. 34 als einfache Ueberblattung und in Fig. 35 als versetzte Ueberblattung, welche gegen Drehung sichert, dargestellt. Bei Hölzern, welche sich nicht im rechten Winkel kreuzen, sichert die in Fig. 36 angegebene Versetzung des Blattes gegen das Drehen.

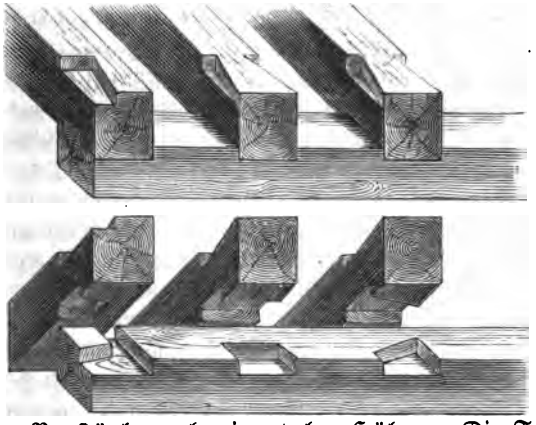
2. Verkämmungen bei Kreuzungen richten sich darnach, ob die aufgekämmten Hölzer gleichmäßig oder ungleich belastet werden. Bei gleichmäßiger Belastung wird nach Fig. 37 der Kreuzkamm, oder nach Fig. 38 der Mittelkamm angewendet; bei ungleicher Belastung dient der Seitenkamm Fig. 39, bei welchem das aufzukämmende Holz den Ausschnitt nach der Seite erhält, wo es weniger belastet wird.

3. Bündige Verknüpfungen. Als Eckverband Fig. 40 das schwalbenschwanzförmige Hakenblatt; als Querverband das einfache Hakenblatt Fig. 41 und das zurückgesetzte schwalbenschwanzförmige Hakenblatt mit Versetzung nach Fig. 42. Bei Hölzern, welche erst nach dem Aufschlagen eingesetzt werden sollen, wie z. B. bei Wechselbalken, ist die in Fig. 43 dargestellte Versetzung mit Brüstung und schrägem Stoß an dem einzulegenden, und die in Fig. 44 dargestellte, der vorhergehenden ähnliche, aber noch mit eingreifendem Zapfen versehene Verbindung an dem einzusteckenden Ende die zweckmäßigste.

4. Aufgekämmte Verknüpfungen sind in der, Fig. 45, dargestellten Verkämmung von Balkenköpfen mit Schwelle und Pfette angegeben, und bedürfen etwaige Abweichungen von diesen zweckentsprechenden

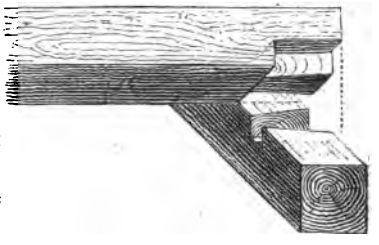
Kämmen keiner weitern Erwähnung. Soll der Kamm gegen eindringende Näſſe geſichert werden, ſo wird er nach Fig. 46 durch eine Platte überdeckt.

Fig. 45.



Ad c. Verſtärkung horizontaler Hölzer. Die Tragfähigkeit horizontaler Balken von gleicher Länge verhält ſich wie deren Breite multiplicirt mit dem Quadrat der Höhe, nimmt alſo hauptſächlich durch Vermehrung der Höhe zu. Da nun zu langen Balken ſelten Stämme von der, zu einer bedeutenden Tragfähigkeit erforderlichen Höhe zu haben ſind, ſo hat man dieſe Höhe durch eine Verbindung mehrerer Balken zu einem unverſchieblichen Ganzen zu erreichen geſucht.

Fig. 46.



Da zu dieſen Verbindungen eiſerne Schrauben oder Bänder erforderlich ſind, ſo begreift man ſie insgeſammt unter der Benennung armirter Balken. Die üblichſte Verſtärkung iſt die durch Verzahnung.

Die einfachſte Verzahnung eines Balkens beſteht nach Fig. 47 aus drei Balken, von denen der untere aus einem Stücke durchgeht, während die darauf gezahnten Balken, von etwas mehr als der halben Länge des untern Hauptbalkens, in der Mitte zuſammenſtoßen. Da beim Einbiegen eines Balkens die Holzfaſern am untern Theile ſich ausdehnen, am obern Theile dagegen zuſammenpreſſen müſſen, ſo beruht die größere Tragfähigkeit des verzahnten Balkens, außer der vermehrten Höhe, noch darauf, daß durch die Befeſtigung der oberen Balken in anſteigender Linie die Holzfaſern derſelben ſchon eine ſehr bedeutende Zuſammenpreſſung erlitten haben müſſen, be-

ſie an dem Einbiegen des untern Balkens Theil nehmen. Iſt die Geſammtſtärke des verzahnten Balkens nach der Belaſtung beſtimmt, ſo werden die einzelnen Balken auf $^6/_{10}$ der ganzen Höhe deſſelben bearbeitet. Der untere Balken wird in der Mitte auf $^6/_{10}$ und an den Enden auf $^5/_{10}$ oben genau zugerichtet und, ſoweit möglich, bis zu $^1/_{60}$ ſeiner Spannweite geſpreizt und auf ſeiner Unterlage befeſtigt. Nun wird parallel mit der Oberkante eine Linie um $^1/_{10}$ von der Oberkante entfernt aufgeſchürt, und auf dieſer Linie die Theilung der Zähne, etwa ſo lang, wie der verzahnte Balken hoch wird, vorgenommen, deren Stoßfuge ſenkrecht gegen die von der Ober- zur Unterkante des einzelnen Zahnes gezogene Linie ſcharf eingeſchnitten wird. Die letzte Zahntheilung über der Auflage der Balken wird horizontal gearbeitet, ſo daß nun der Balken an dieſen Stellen die Höhe von nur $^4/_{10}$ der ganzen Höhe behält. Die Zahntheilung wird nun genau auf die oberen Balkenſtücke ſo übergetragen, daß den Zahnvertiefungen des untern Balkens die Zahnerhöhungen des obern Balkens entſprechen und daß die oberen Balkenſtücke in der Mitte die Höhe von $^4/_{10}$ und an den Enden die Höhe von $^6/_{10}$ des Ganzen haben. Iſt die Bearbeitung vollendet, ſo werden die oberen Balkenſtücke auf den unteren Hauptbalken feſt angezogen und vermittelſt eiſerner Schraubenbolzen zu einem Ganzen verbunden. Die Anzahl der Bolzen richtet ſich nach der Länge des Balkens, doch müſſen deren zunächſt der Stoßfuge der oberen Balken und nächſt der Auflage des Hauptbalkens, am beſten vor dem Anſteigen des erſten Zahnes, angebracht werden. Iſt die Bearbeitung genau, ſo verändert ſich die vor derſelben bewirkte Sprengung unmerklich. Da beim Belaſten eines ſolchen Balkens die Zuſammenpreſſung der Zähne nach unten zunimmt, ſo muß darauf bei der Bearbeitung Rückſicht genommen werden. Eine ſo ſchwierige Bearbeitung zu umgehen, kann man, wie an der einen Hälfte des Figur 47 dargeſtellten Balkens angegeben,

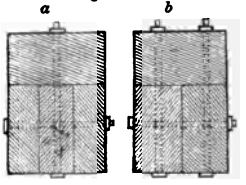
Fig. 47.

Fig. 48.

zwiſchen den Stoßfugen der Zähne Zwiſchenräume zur Aufnahme von Keilen laſſen, welche vor dem Einſetzen der Bolzen eingetrieben werden. Man findet *auch verzahnte* Durchzüge, bei denen die unteren Balken aus zwei oder

gar mehr an einander gestoßenen Stücken bestehen, eine Verbindungsweise, die nicht empfohlen werden kann. Da bei allen verzahnten Balken $^2/_{10}$ der Höhe durch die Bearbeitung verloren geht, so hat man mit dem besten Erfolge in der neuern Zeit die Verstärkung von Balken durch Aufeinanderlegen zweier oder mehrerer Balken in der Weise bewirkt, daß man nach Fig. 48 zwischen den Fugen der Balken ansteigend Holzdübel keilförmig eintrieb, um das Abweichen der oberen Balken zu verhindern, und nun die der Länge nach gegen die Mitte gepreßten Balken durch Bolzen fest auf einander schraubte.

Fig. 49.



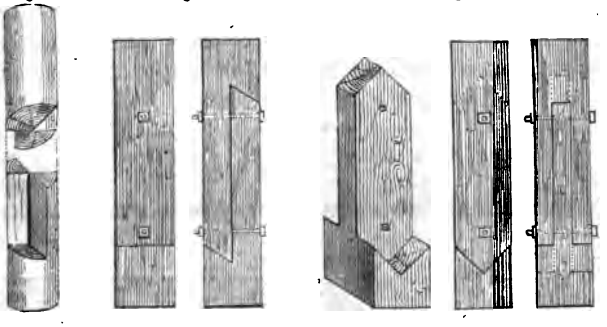
Nicht nur bei den verzahnten, sondern auch bei den verdübelten Balken kann nach den in Fig. 49 angegebenen Querschnitten sowol der obere als der untere Theil des Balkens aus mehreren neben einander gelegten Balken bestehen, so wie auch, wenn, wie bei Fig. 49*a*, der mittlere Unterbalken eine bedeutende Stärke hat, die Tragfähigkeit der schwächeren Seitenbalken durch das Anbringen von ansteigenden Zähnen vom Mittelbalken aus vermehrt werden kann.

2. **Verbindungen senkrechter Hölzer** sind:

a. Verlängerungen,
b. Verstärkungen,
c. Verknüpfungen.

Ad a. Verlängerungen können für sich, bei einzelnen auf einander gesetzten Hölzern, zugleich aber auch in Verbindung mit Verstärkungen vorkommen.

Fig. 50. Fig. 51. Fig. 52.

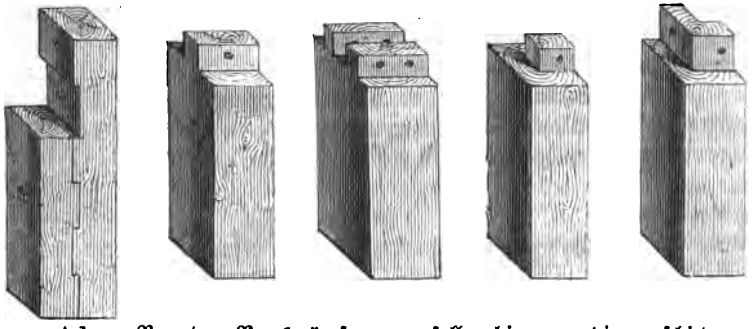


Bei Rundhölzern ist der in Fig. 50 dargestellte Kreuzzapfen, mit rechtwinkeligem Schnitt, und nach dem Einfahren das in einander gefügte Holz mit zwei Eisenringen umschlossen, die entsprechendste Verlängerung. Kantige Hölzer erhalten bei einfacher Uebereinandersetzung eine Anblattung mit schrägem eingreifendem Stoß nach Fig. 51, oder einen Blattzapfen mit unter

rechtem Winkel gebrochener und nach entgegengeſetzter Richtung eingreifender Verſetzung des Zapfens und der Gabelblätter nach Fig. 52.

Ad b. Eine Verlängerung, wobei zugleich eine Verſtärkung durch Zahnblätter bewirkt iſt, ſtellt Fig. 53 dar. Kommt bei dieſer Verbindung ein mehrmaliges Aufeinanderſetzen vor, ſo müſſen die Stöße bei beiden Hölzern wechſeln und auf halber Höhe angebracht werden.

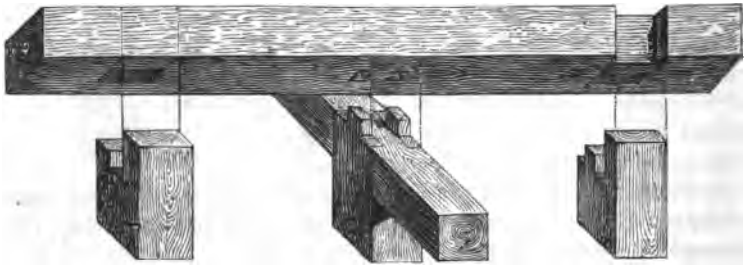
Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56. Fig. 57.



Ad c. Von den Verknüpfungen ſollen hier nur die verſchiedenen Zapfen erwähnt werden.

Im Allgemeinen dienen die Zapfen nur zur Sicherung der ſenkrechten Stellung der Hölzer, und können als wirkſame Verbindung mit anderen Hölzern nicht betrachtet werden. Der einfache Zapfen Fig. 54 erhält zur Breite den dritten Theil der Holzſtücke, und die Höhe verhält ſich zur Breite wie 3 zu 2. Bei Hölzern von bedeutender Stärke wird der doppelte Zapfen Fig. 55 angewendet, wobei die Holzbreite in fünf gleiche Theile getheilt und jeder Zapfen einen ſolchen Theil breit und in dem für den einfachen Zapfen angegebenen Verhältniß hoch wird. Bei Eckpfoſten findet, wenn der Pfoſten

Fig. 60. Fig. 59. Fig. 58.



an dem Ende eines Längeholzes vorkommt, der zurückgeſetzte (geächſelte) Zapfen Fig. 56, und in dem Falle, wenn über dem Pfoſten zwei Hölzer

über Eck (auf Gährung) zusammenstoßen, der Winkelzapfen Fig. 57 Anwendung.

Zu den wirksamen Verbindungen sind die Blattzapfen zu rechnen, welche entweder, wie bei dem einfachen Blattzapfen Fig. 58, mit dem Blatt in das darüber liegende Holz eingreifen, oder, wie bei dem verlängerten doppelten Blattzapfen Fig. 59, da, wo zwei Hölzer über einander liegend sich kreuzen, die Blätter das untere Holz umschließen und in ihrer Verlängerung als Zapfen in das obere Holz, die Stellung sichernd, eingreifen. Eben so können Blattzapfen nach Fig. 60 zur unmittelbaren Unterstützung darüber befindlicher Pfosten dienen.

3. **Verbindungen geneigter Hölzer.** Die unter einem Winkel geneigten Hölzer kommen bei Zimmerwerken hauptsächlich als Sparren a, Streben b und Büge c oder Zangen vor.

Fig. 61. Fig. 62. Fig. 63.

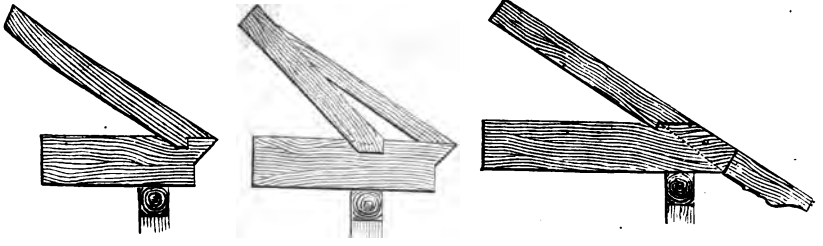
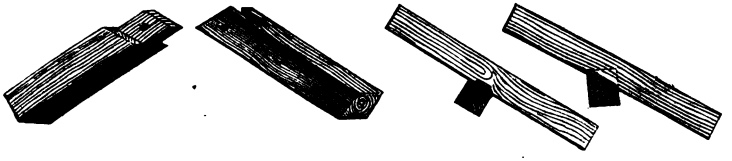


Fig. 64. Fig. 65. Fig. 66.



a. Sparren. Die Sparren können bei ihrem Ansatz auf dem Gebälke bis zur Außenkante geführt sein, und erhalten nach Fig. 61 den zurückgesetzten Zapfen, oder sie treten von der Außenkante nach innen zurück, wo ihnen eine Versetzung mit Zapfen nach Fig. 62 gegeben wird, oder sie greifen verlängert über den Balken hinaus, in welchem Falle eine zangenartige Ueberblattung nach Fig. 63 die geeignetste Verbindung sein wird. Die Verbindung zweier Sparren unter sich, beim Zusammentreffen in der Firste, besteht in der Regel aus der sogenannten Gabel oder Schere, Fig. 64, einem durchgehenden einfachen Zapfen mit durchgetriebenem Nagel.

Zur Verbindung der Sparren mit Kehlbalken ist die in Fig. 63 angegebene Anblattung dem Anzapfen, bei welchem letztern die ganze Festigk

auf dem eingetriebenen Nagel beruht, vorzuziehen. Die Verbindung der Sparren mit Dachpfetten hängt von der Richtung der letzteren gegen die Sparren ab. Iſt bei der in Fig. 65 angegebenen Lage der Pfette der Mittelkamm, ſo iſt bei der ſenkrechten Richtung der Pfette nach Fig. 66 die daſelbſt angegebene Aufkämmung, bei welcher angenommen iſt, daß die Pfette zwiſchen den Sparren ihre ganze Stärke behält, die zweckmäßigſte Verbindung.

b. Streben. Streben würden im Verhältniß zu ihrer Stärke die größte Tragfähigkeit haben, wenn ſie nach Fig. 67 ſowol mit dem Kopf *a* in die Hängeſäule, als auch mit dem Fuße *b* in den Balken rechtwinkelig eingeſetzt werden könnten. Wenn dies nun auch bei Zimmerwerken unausführbar iſt, ſo muß doch immer bei den Verbindungen dieſer Normalanſatz der Streben im Auge behalten und das dem Zweckmäßigſten zunächſt Liegende in der Ausführung zu erreichen geſucht werden. Die üblichen Verſetzungen am Fuße der Streben ſind in Fig. 68 und Fig. 69 dargeſtellt. Bei der erſtern Verbindung hat die Strebe gleiche Stärke mit dem Balken, und es iſt an dem hintern Zahne gegen ſeitliches Verſchieben ein kurzer Zapfen angebracht; bei der letztern iſt die Strebe, von geringerer Breite als der Balken, auf einer Seite bündig, und die eingeſetzte Zahnung iſt mit einem, nach der Richtung der Unterkanten der Streben verlängerten, tief eingreifenden Zapfen verſehen. Bei dieſen Verbindungen wird nun der feſteſte Theil des Balkens durch die eingearbeiteten Zapfen *ſehr geſchwächt* und der Druck auf die weniger feſten äußeren Holztheile

Fig. 67.

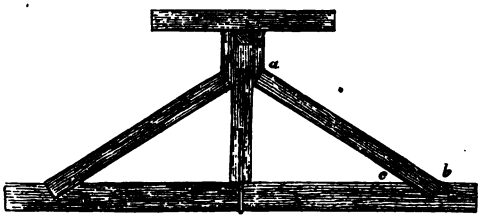


Fig. 68. 69.

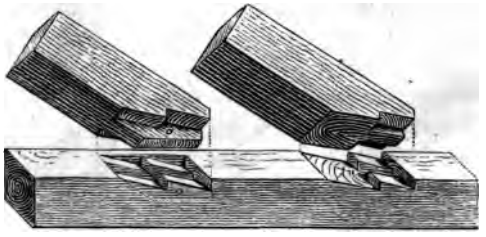
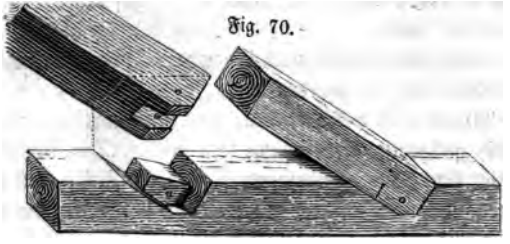
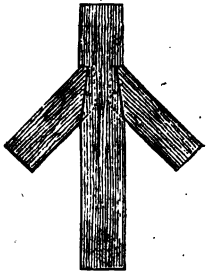


Fig. 70.



geleitet, und es muß der Fuß schwerbelasteter Streben durch Schrauben oder Eisenbänder mit der Schwelle um deswillen verbunden werden, weil die Holzverbindung nicht an der in Fig. 67 mit c bezeichneten Stelle, bei der die Drehung stattfindet, in die Schwelle eingreift, und in Folge dessen entweder aus dem Stirnzahne aufwärts springt, oder das von dem Stirnzahne zusammengepreßte Holz der Schwelle, wie in Fig. 68 angegeben, absprengt, förmlich weghobelt. Bei der in Fig. 70 angegebenen Verzahnung, bei welcher, gegen seitliches Verschieben, an der Strebe seitlich angebrachte Blätter in die weniger festen Holztheile der Schwelle eingreifen, der Hauptzahn an der vordern Drehkante, und zwar im rechten Winkel gegen die Kante der Strebe, angebracht und der schwächere Stirnzahn durch die Nagel- oder Bolzenverbindung der Blätter mit dem Kern der Schwelle gegen das Ausspringen gesichert ist, werden die Mängel der in Fig. 68 und 69 dargestellten Verbindungen an dem Fuße von Streben vermieden, ohne daß durch diese zweckentsprechende Verbindung eine schwierigere Bearbeitung veranlaßt würde.

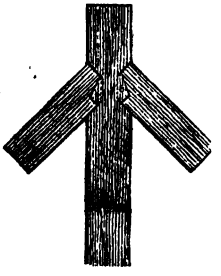
Fig. 71.



Am Kopfe der Streben, nämlich da, wo die Streben an das zu stützende Holz, Pfosten oder Hängesäule befestigt werden, richtet sich die Verbindung einestheils nach der Belastung des zu unterstützenden Holzes, anderntheils aber auch darnach, an welcher Stelle desselben die Strebe angesetzt werden muß.

Bei einseitig angebrachten Streben für geringe Belastung genügt die Versetzung mit Zapfen nach Fig. 71. Sitzen die Streben nicht weit unter der Oberkante des aufzuhängenden Holzes an, und ist die Last schon bedeutend, so wird die in Fig. 72 dargestellte doppelte Versetzung vorzuziehen sein, bei welcher der Ansatz der Zähne durch die Halbirungslinie des Winkels, welchen die Oberkante der Streben mit der Hängesäule einschließt, bestimmt wird.

Fig. 72.



Mit größter Vorsicht muß bei der Verbindung der Strebenköpfe da verfahren werden, wo die Belastung beträchtlich ist und der Ansatz der Streben zunächst der Oberkante der Hängesäule angebracht werden muß. In solchen Fällen sehen wir meist Schrauben und Eisenbänder angewendet, welche, nach dem Zuge abwärts angeschlagen, gegen das Ausspringen der Stirnzähne zu sichern und die Streben mit der Hängesäule zu einem unverschieblichen Ganzen zu verbinden bestimmt sind. Nehmen wir den bei

Dachwerken vorkommenden ungünſtigſten Fall an, den nämlich, daß die äußeren Hauptſtreben die, eine Firſtpfette tragende Hängeſäule ſtützen und zugleich den Dachpfetten zur Unterſtützung dienen ſollen, ſo würde, bei einigermaßen bedeutender Belaſtung, die übliche Verbindung etwa die mit Zugbändern und Bolzen verſehene nach Fig. 73 ſein.

Fig. 73.

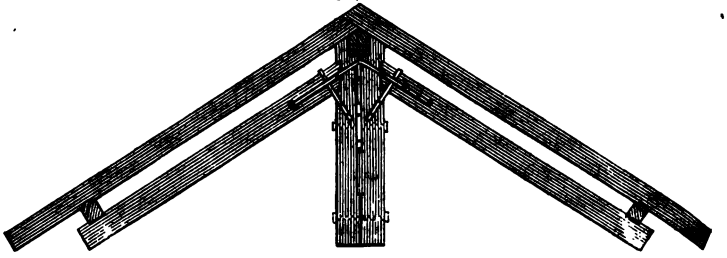


Fig. 74 *a*.

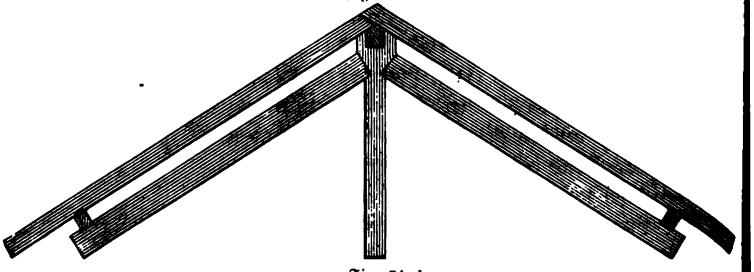
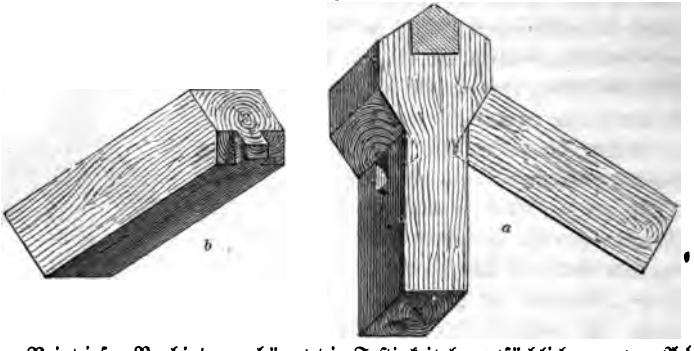


Fig. 74 *b*.



Bei dieſer Verbindung hängt die Feſtigkeit hauptſächlich von der Arbeit des Schloſſers ab, und es hat der Zimmermann, indem er die Hängeſäulen beinahe ausſchließlich der Eiſenconſtruction wegen, verdoppelt, ſogar noch zur *nachtheiligen* Belaſtung der Streben beigetragen. Der Zimmermann ſoll

aber danach trachten, bei seinen Verbindungen das Eisen zu verbannen, und soll es überhaupt nur da anwenden, wo es, sei es als Nagel, Schraube, Bolzen oder Hängeeisen, wegen seiner größern Festigkeit bei geringen Dimensionen geradezu nicht entbehrt werden kann.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wird der Zimmermann durch eine Verbindung nach Fig. 74 *a* und *b* in dem angegebenen Falle mit einfacher Hängesäule ausreichen und jedes Eisenbeschläge entbehren können. Die hier angenommene Verschwächung der Hängesäule, von dem rechtwinkeligen Ansatz der Strebe abwärts, wird in den meisten Fällen angewendet werden können, zumal wenn die Hängesäule, wie es bei allen schwerbelasteten Hängewerken geschehen sollte, von Eichenholz genommen wird, dessen größere Festigkeit mehr Sicherheit gegen das Zusammenpressen beim Ansatz der Strebe gewährt, und dessen Tragfähigkeit als Hängesäule mehr als 100 Centner auf den Quadratzoll Querschnitt beträgt.

Fig. 75.

Schreibt die Construction eine gleiche Breite der Hängesäule von dem Ansatz der Strebe abwärts vor, so kann die Verbindung nach Fig. 75 dahin abgeändert werden, daß die Strebe in zwei Ansätzen als Klaue eingreift und daß statt des Zapfens in der Mitte, gegen seitliches Verschieben, Blätter angebracht sind. Bei diesen beiden Verbindungen ist der Zapfen und die Anblattung von geringer Bedeutung, und es könnten diese gegen seitliches Ausweichen angebrachten Verbindungstheile bei sorgfältiger Bearbeitung füglich entbehrt werden, wenn nicht auf das Aufrichten Rücksicht genommen werden müßte.

Fig. 76.

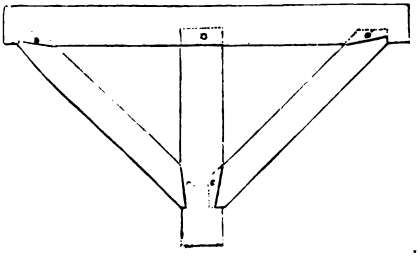
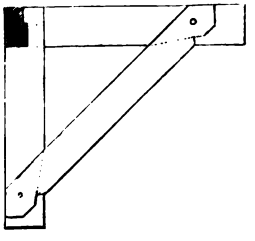


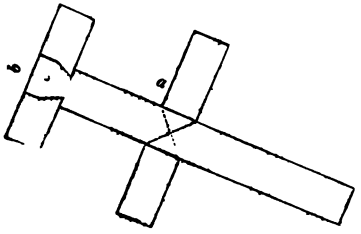
Fig. 77.



c. Büge und Zangen. Büge werden von senkrechten Pfosten zur Verspannung und in der Regel, zumal wenn damit zugleich eine Unterstützung

beabſichtigt wird, unter einem Winkel von 45 Grad, dem ſogenannten Tragwinkel, angeſetzt. Darf der Bug nicht über die Oberfläche der mit ihm verbundenen Hölzer vorſtehen, ſo wird er in der Mitte des Pfoſtens angebracht, und erhält nach Fig. 76 an beiden Enden eine unterm rechten Winkel gegen die Kanten der mit einander zu verbindenden Hölzer geſchnittene Verſetzung mit Zapfen.

Fig. 78.



Bei Dachverbänden und überall da, wo das Bündige der Verbandſtücke nicht erforderlich iſt, kann durch die in Fig. 77 dargeſtellte Anblattung der Bug zugleich als Zange dienen, eine Verbindung, welche zur Verſpannung den Vorzug verdient.

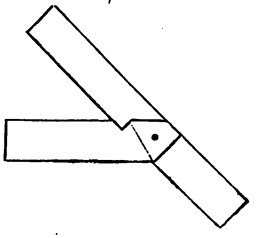


Fig. 79.

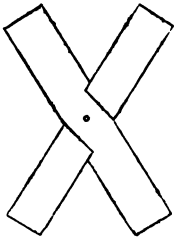


Fig. 80.

Die Zangen liegen in ſeltenen Fällen bündig, treten meiſt vor, und die Verbindungen der Zangen mit anderen Verbandſtücken beſtehen aus Ueberblattungen, deren Form durch die Functionen der Zangen an den einzelnen Ueberſchneidungsſtellen und durch die feſte Verknüpfung der durch Zangen von einander abhängig gemachten Verbandſtücke bedingt iſt. Fig. 78 ſtellt bei *a* die rechtwinkelige Kreuzung als Kreuzblatt und bei *b* die ſchwalbenſchwanzförmige Ueberblattung bei rechtwinkeliger Verbindung am Ende der Zange dar. Bei Fig. 79, der Ueberblattung einer horizontalen Zange mit einem geneigten Verbandſtück, iſt der *feſte Anſchluß* durch einen rechtwinkeligen Haken und bei Fig 80 durch Ver-

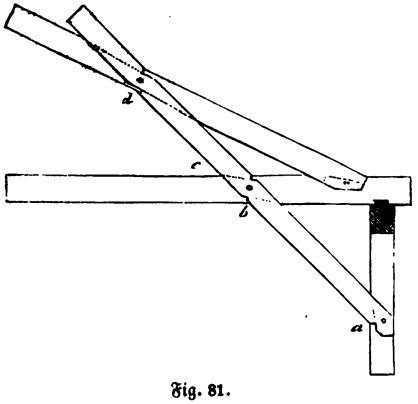


Fig. 81.

ſetzung beim Uebereinanderſchneiden im ſpitzen Winkel gegen Veränderung durch Drehen geſichert.

Gehen Zangen von ſenkrechten über horizontale und geneigte Verbandſtücke hinweg, ſo richten ſich die Verſetzungen nach den verſchiedenen Functionen; ſo iſt nach Fig. 81 der untere Theil *a b* als Bug, der obere *c d* als Strebe zu betrachten und danach die Verſetzung anzuordnen.

Hiermit glauben wir unſere Betrachtung über die unmittelbaren Holzverbindungen beſchließen zu können. Aus dem Gegebenen etwa Fehlendes abzuleiten, kann dem Nachdenken des Leſers um ſo eher überlaſſen werden, als wir überzeugt ſind, daß ihm das Erfinden eines zweckentſprechenden Verbandes mehr Nutzen und Vergnügen gewährt, als das Nachzeichnen der vollſtändigſten Sammlung.

Fünfter Abſchnitt.

Von den Wänden.

Die Zimmerwände beſtehen entweder ganz von Holz, oder ſie bilden ein zuſammenhängendes Holzgerippe mit Zwiſchenfeldern, den ſogenannten Gefachen, welche entweder ausgemauert, oder mit anderen Materialien ausgefüllt, zuweilen auch unausgefüllt gelaſſen werden.

Zu den erſteren Wänden gehören: die Blockwand, die Spundwand und die Bohlenwand. Bretter- und Lattenwände ſind nicht dazu zu rechnen und gehören unter die Verſchläge.

Die Blockwand beſteht aus über einander gelegten Balken, und findet nur in holzreichen Gebirgsgegenden oder in kalten Ländern, wo die ganz aus Holz beſtehende Wand am meiſten gegen Kälte ſchützt, ihre Anwendung. Fig. 82 ſtellt eine Blockwand aus rohen Stämmen und Fig. 83 eine ſolche Wand von zugerichteten Balken, mit vortretenden Balkenenden, ſogenannten Vorſtößen dar. In beiden Fällen überbinden die Balken um die Hälfte ihrer Höhe, und es müſſen ſonach zum Abgleichen ſowol unterhalb, wie bei Fig. 83 angegeben, als auch oberhalb die tiefer gelegenen Balken aufgefüttert werden. Bei Blockwänden ohne Vorſtöße werden die Balken entweder nach Fig. 84 auf halbe Höhe durch Ueberzinken verbunden, oder nach Fig. 85 bündig gelegt und zur Hälfte überblattet. Kommen bei Blockwänden lange Balken ohne Querverband vor, ſo erhalten ſie gegen das Ausbiegen Dollen oder Dübel auf 5 bis 6 Fuß Entfernung von einander. Alle Blockwände

ſetzen ſich in Folge des Zuſammentrocknens der Balken, können ſonach im Innern nur dann mit einem Verputz verſehen werden, wenn die Balken eine ſenkrechte Verſchalung erhalten.

Fig. 82.

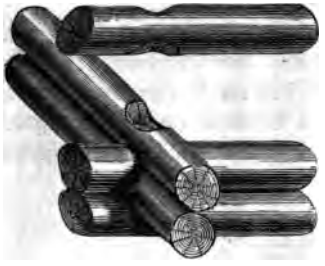
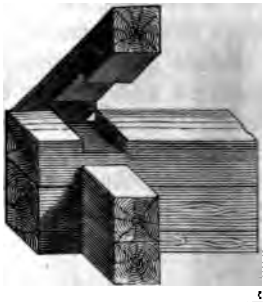


Fig. 83.



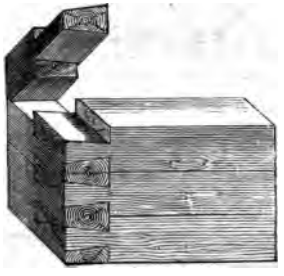


Fig. 84.

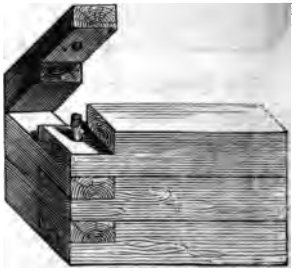


Fig. 85.

Die Spundwand unterſcheidet ſich von der Blockwand dadurch, daß ſie nicht aus auf einander gelegten Balken, ſondern aus neben einander geſtellten Pfoſten beſteht. Wie aus Fig. 86 zu erſehen, greifen die Pfoſten vermittelſt Zapfen in eine durchgehende Nuth der Schwelle ein, und ſind auf ihre ganze Höhe durch Nuth und eingreifende Zapfen in einander gefügt. Der Eckpfoſten wird nach der Richtung der anſchließenden Wände um ſo viel verſtärkt, als das Eingreifen der Zapfen von den anſchließenden Wandpfoſten beträgt. Wie die Pfoſten unterhalb durch Zapfen mit der Schwelle verbunden ſind, ſo erhalten ſie auch oberhalb Zapfen zur Verbindung mit der Pfette, oder, bei vorkommenden Durchbrechungen der Wand, mit Riegeln. Da bei der Spundwand kein Senken ſtattfindet, ſo iſt ſie in allen Fällen, wo die ganze Wand in gleicher Stärke aus Holz beſtehen ſoll, der Blockwand vorzuziehen. Da bei ſolchen Wänden eine Längenverſpannung im Holzwerke nicht angebracht werden kann, ſo erſcheint es gerathen, an den Hauptecken im *Innern eiſerne* Zugbänder von der Pfette gegen die Schwelle anzubringen

und dieſe Zugbänder mit jedem einzelnen Pfoſten, über welchen dieſelben geführt ſind, durch einen kräftigen Nagel zu verbinden.

Fig. 86.

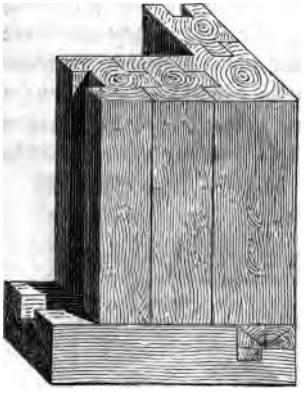
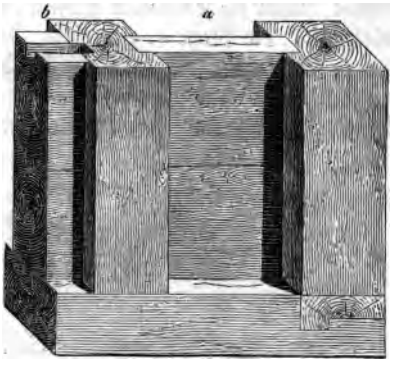
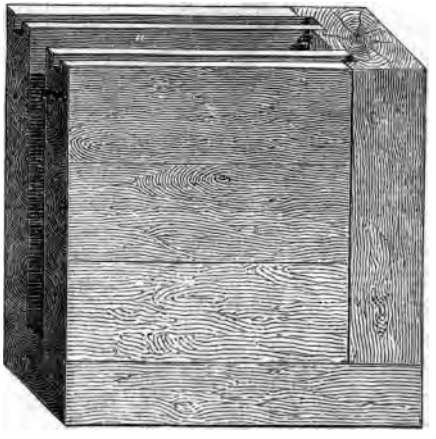


Fig. 87.



Die Bohlenwand wird dadurch gebildet, daß die Felder zwiſchen den ſenkrechten Wandpfoſten auf die ganze Höhe der Wand mit horizontal auf einander gelegten Bohlen oder Dielen ausgefüllt werden. Die ſenkrechten Pfoſten erhalten nach Fig. 87 eine durchgehende ſenkrechte Nuth, bei ſchwachen Bohlen nach *a*, ſo daß der ganze Bohlen ſich einlegt, oder bei ſtarken Bohlen nach *b*, wo die Bohlen ebenfalls ſich mit Zapfen in die Nuth des Pfoſtens einlegen und unter ſich auf dem Lager über einander genuthet ſind. Zur Abtheilung von Gefängnißzellen leiſten doppelte Bohlenwände nach Fig. 88 die beſten Dienſte. Wird der Zwiſchenraum *a* mit feinem Sande ausgefüllt,,ſo wird ſich die geringſte Beſchädigung der Wand durch das Ausrinnen des Sandes zu erkennen geben. Zu den Wänden, welche nur im Hauptgerippe aus Holz beſtehen, gehören die Riegelwand und die Sprengwand.

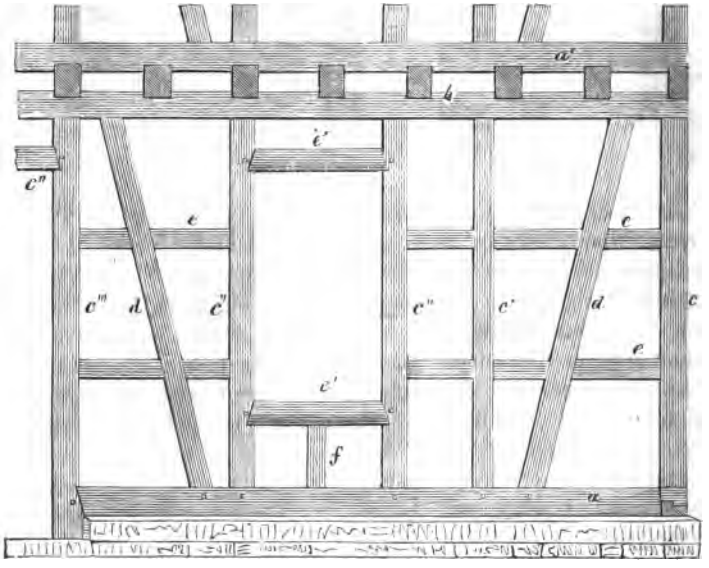
Fig. 88.



Die Riegelwand, auch Fachwerks- oder Fachwand genannt,

wird in der Regel auf die Höhe eines jeden einzelnen Stockwerkes für ſich angelegt und hat alsdann, nach Fig. 89, folgende Beſtandtheile. Auf der Schwelle *a*, welche, als der am meiſten belaſtete und dem Verderben durch eindringende Näſſe ausgeſetzte Theil der Wand, am beſten aus Eichenholz beſteht, ſtehen die ſenkrechten Pfoſten oder Ständer *c*, über welche das obere Rahmſtück, die Pfette *b*, gelegt iſt. Um nun die Wand gegen das Verſchieben zu ſichern und die genannten Theile zu einem unverſchieblichen Ganzen unter ſich zu verbinden, werden an den Ecken und überall da, wo bei langen Wänden die Pfetten geſtoßen werden müſſen, von der Schwelle aus ſchräg

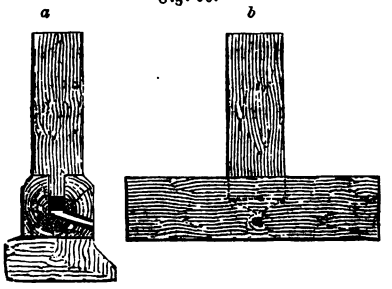
Fig. 89.



gegen die Pfetten Streben *d*, ſogenannte Windſtreben, angebracht und, zur Verbindung der Streben und Pfoſten unter ſich, die horizontalen Riegel *e* eingelegt. Der wichtigſte Beſtandtheil in Bezug auf die Dauer der Riegelwand iſt die Grundſchwelle *a*, welche unmittelbar auf dem Mauerwerk liegt. Beſteht dieſe Schwelle, wie bereits erwähnt, aus Eichenholz, ſo muß die Kernſeite nach unten gelegt werden, und es iſt dafür zu ſorgen, daß die in den Zapfenlöchern der Pfoſten und Streben ſich anſammelnde Näſſe, welche Fäulniß und in deren Folge das Zuſammenpreſſen der Schwelle zunächſt veranlaßt, daraus entfernt werde. Wird, wie Fig. 90 *a* im Querſchnitt und *b* in der Anſicht dargeſtellt iſt, das Zapfenloch nach der Mitte vertieft eingearbeitet

und von der tiefsten Stelle nach außen ein Bohrloch mit Gefälle angebracht, so wird sich im Zapfenloche keine Nässe ansammeln können und außerdem dem Entstehen von Fäulniß durch Luftzug vorgebeugt werden.

Fig. 90.



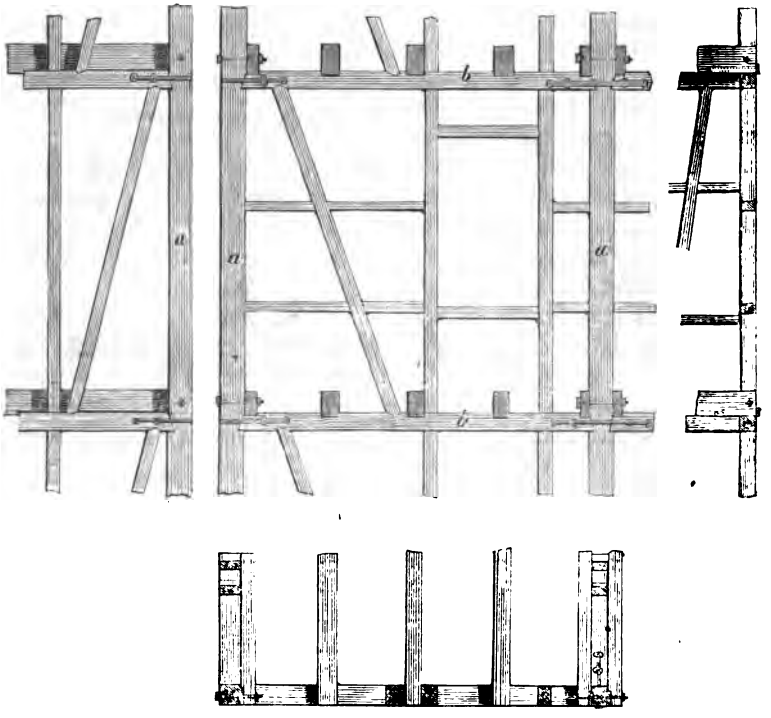
Wie nachtheilig das Ansammeln des Wassers in den Zapfenlöchern ist, weiß jeder Zimmermann, und von dieser Seite wird es nicht belächelt werden, wenn die Ableitung der Nässe aus den Zapfenlöchern der Schwelle, als ein bereits bei bedeutenden Ausführungen von dem Verfasser angeordnetes und bewährtes Verfahren, angelegentlich empfohlen wird. Die Verbindung der einzelnen Theile der Riegelwand unter sich besteht, da alle Hölzer in der Regel bündig werden, aus Zapfen, welche des leichtern Anschlagens wegen Holznägel erhalten. Die Thür- und Fensterriegel *e'* und *e''* erhalten außerdem, zur Sicherung des festen Anschlusses, an den Unterkanten angebrachte Versetzungen. Die verschiedenen Benennungen der an der Wand vorkommenden gleichen Verbandstücke hängen mit ihrer Stellung in der Wand zusammen. So heißt der äußerste Pfosten Fig. 89 *c* Eckpfosten, der mit *c'* bezeichnete Zwischenpfosten, die mit *c''* bezeichneten Fensterpfosten und der mit *c'''* bezeichnete Thürpfosten. Dient ein äußerer Wandpfosten zum Anschluß einer inneren Wand, so wird er Bundpfosten genannt. Die Schwelle einer Wand in oberen Stockwerken *a'*, Fig. 89, heißt, zur Unterscheidung von der Grundschwelle, Saumschwelle. Kurze Pfosten, wie *f* Fig. 89, erhalten die Benennung Stelze. Die Stärke der Wandhölzer hängt zumeist von der erforderlichen Tragfähigkeit der Pfosten, wol aber auch davon ab, mit welchem Materiale die Gefache ausgemauert oder sonst ausgefüllt werden. Ist die Pfostenstärke gegeben, so richten sich danach die übrigen Holzstärken. Die Höhe der Pfette, deren Breite der Pfostenstärke gleich ist, wird durch die Entfernung der Pfosten bedingt und am zweckmäßigsten im Verhältniß der größten Tragfähigkeit angenommen, so daß die Höhe zur Breite sich verhält wie 7 zu 5.

In Bezug auf die Riegel kann die in neuerer Zeit vielfach empfohlene Holzersparniß bei ausgemauerten Gefachen, wonach deren Höhe nur 2 Zoll betragen soll, keineswegs gebilligt werden, indem die Riegel nicht blos zur Abtheilung der Gefache, sondern hauptsächlich zur Längenverspannung dienen, und dem Ausbiegen der Pfosten und Streben zu widerstehen haben. Die Alten hielten die Verriegelung für so wichtig, daß sie den Riegeln eine Höhe gleich der Breite gaben, und nicht selten zur wirksamern Ver-

spannung die Riegel als über die Pfosten und Streben geblattete Zangen anwendeten.

Riegelwände bei mehrstöckigen Gebäuden mit Pfosten, welche auf die Höhe zweier oder mehrerer Stockwerke durchlaufen, haben vor den vorbeschriebenen Wänden, bei welchen jede Stockwerkswand ihre besondere Schwelle und Pfette hat, den Vorzug, daß die Senkungen, welche durch das Zusammenpressen der Pfetten und Schwellen veranlaßt werden, wegfallen. Fig. 91

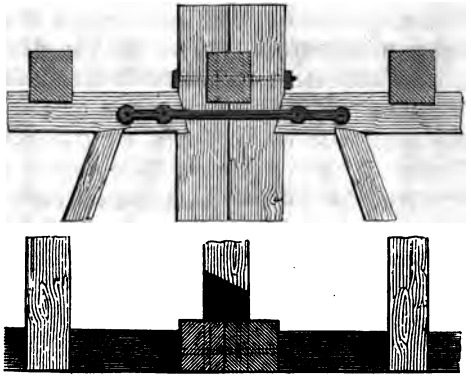
Fig. 91.



stellt eine solche Riegelwand in der Ansicht, im Durchschnitte und Grundrisse dar. In die auf die ganze Höhe des Gebäudes durchlaufenden Bundpfosten *a* werden zur Unterstützung der Balken die Schwellen *b* mit Versetzung eingelegt, und durch übergehende Eisenbänder mit den Pfosten und unter sich verbunden. Diese Schwellen nehmen die zur Verriegelung und zur Unterstützung der Balken erforderlichen Pfosten und Streben auf, so daß sie Pfette und Schwelle zugleich sind und, wegen der daran vorkommenden doppelten Verzapfung, eine größere Höhe bekommen. Um die Bundpfosten in senkrechter

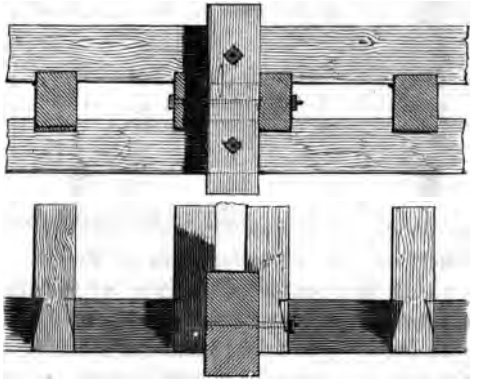
Stellung zu erhalten, werden sie durch Schrauben mit dem Gebälke und durch Eisenbänder mit den Pfetten der inneren Wände verbunden. Es ist einleuchtend, daß die durchlaufenden Bundpfosten eine Stärke haben müssen, welche ihrer Gesammtlänge und der zu tragenden Last entspricht, während die Zwischenpfosten, Streben und Riegel von geringerer Stärke sein können, entsprechend der Riegelwand für eine Stockwerkshöhe. Statt der einfachen Bundpfosten können bei mehrstöckigen Gebäuden von bedeutender Höhe doppelte Pfosten, welche in wechselnden Stößen auf einander gesetzt werden, Anwendung finden. Bei den Doppelpfosten, nach der Länge der Wand an einander gestellt, nach Fig. 92, werden die Schwellen, wie bei den einfachen Pfosten, in einzelnen Stücken zwischen die Pfosten mit Versetzung eingelegt, so daß zur Längenverbindung Eisenbänder darüber gelegt werden müssen; der Bundbalken aber geht in ganzer Stärke durch den Doppelpfosten und wird mit diesem verschraubt, so daß der Querverband ein sehr zuverlässiger ist.

Fig. 92.



Werden die Doppelpfosten nach Fig. 93 nach der Stärke der Wand an einander gestellt, wobei sie auf beiden Seiten vor die Riegelwand vortreten; so gehen die Schwellen und Pfetten in ganzer Stärke durch die Pfosten, und stellen, mit den Pfosten verschraubt, eine zuverlässige Längenverbindung her. Doch stellt sich bei dieser Stellung der Doppelpfosten die Nothwendigkeit heraus, zur Herstellung des Querverbandes bei jedem Bundpfosten zwei Balken anzubringen, die eine geringere Breite als die übrigen Balken *haben können*, um diese Balken mit den Pfosten zu verschrauben.

Fig. 93.

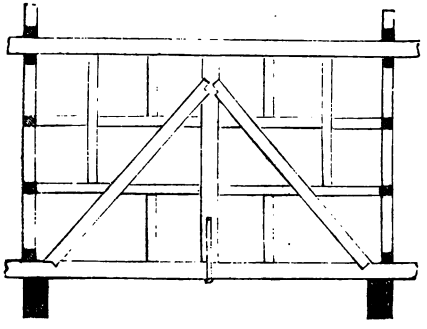


Die Stellung der Doppelpfosten nach Fig. 93 ist besonders zu großen Scheunen und Magazinen zu empfehlen.

Die Sprengwand unterscheidet sich von der in ihrer ganzen Länge als unterstützt angenommenen Fachwand dadurch, daß sie auf einen ununterstützten Balken zu stehen kommt, oder daß sie quer über mehrere ununterstützte Balken errichtet wird. Hiernach besteht die Aufgabe bei der Construction der Sprengwände darin, die Pfosten der Wand von den unterstützten Enden des Balkens, worauf sie zu stehen kommt, oder von den Enden einer besondern Schwelle, wenn die Wand quer über den Balken geführt wird, durch Streben so zu unterstützen, daß sie, als Hängesäulen mit dem darunter befindlichen Balken oder der Querschwelle vermittelst Eisenbändern verbunden, die Belastung der übrigen Bestandtheile der Wand zu tragen im Stande sind. Es hängt hiernach die Anzahl der Hängesäulen von der Spannweite der Balken ab, über welche die Wand geführt wird, und die Anordnung der Streben richtet sich einestheils nach den vorkommenden Durchbrechungen der Wand, und anderntheils danach, ob die Streben auf die Balkenenden gesetzt werden können, oder von besonderen Wandpfosten ausgehen müssen.

Die einfachste Sprengwand ist in Fig. 94 dargestellt, wo nämlich, bei geringer Spannweite des Balkens, ein einmaliges Aufhängen desselben genügt, und die Streben von den Enden des Balkens ausgehen können. Bei dieser einfachen Sprengwand ohne Durchbrechung ergeben sich die Verbindungen der Streben, welche möglichst steil angesetzt werden, nach dem im vierten Abschnitt darüber Angeführten, und es ist nur zu bemerken, daß die zur Abtheilung der Gefache dienenden Riegel und Pfosten hier, wie bei allen Sprengwänden, mit den Streben nicht verzapft, sondern stumpf angesetzt und aufgenagelt werden.

Fig. 94.



In Fig. 95 ist bei größerer Spannweite ein zweimaliges Aufhängen und eine Durchbrechung der Wand durch eine Thüröffnung in der Mitte angenommen. Zur Unterstützung der beiden Hängesäulen gehen hier die Streben von den Balkenenden aus, und sitzen zunächst dem obern Ende an den Hängesäulen, welche durch einen Spannriegel aus einander gehalten werden. Die Thürpfosten sitzen unter dem Spannriegel an, und werden von einer auf den Balken gelegten Schwelle aus, gleichfalls durch Streben, welche an den

Hauptbängesäulen stumpf ansitzen und über diese hinaus verlängert in das obere Ende der Thürpfosten eingreifen, ebenfalls aufgehängt. Die Thürpfosten gehen bis auf den Hauptbalken herab, und sitzen mit versetztem Zapfen auf der über den Balken gelegten Schwelle. Die Eisenbänder umschließen den Hauptbalken, und werden am besten unter dem Balken, nach

Fig. 95.

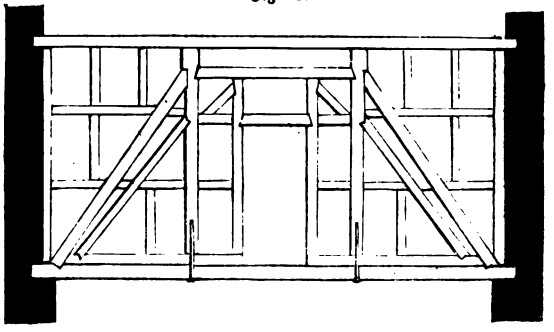
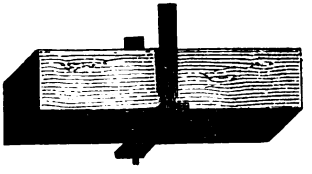


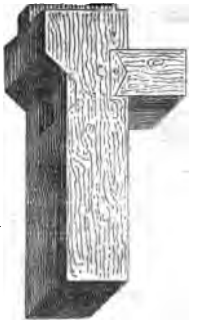
Fig. 96 in Schrauben ausgehend, durch eine quer unter den Balken gelegte Eisenplatte verbunden, vor welcher die Schraubenmuttern sitzen. Bei derartigen Hängeeisen fallen die nachtheiligen Verkröpfungen weg, und es kann der Balken im Verhältniß der durch das Zusammenpressen der Hirn- und Längehölzer unvermeidlichen Senkungen in die Höhe geschraubt werden. Bei bedeutender Belastung der Wand kann durch eine Verstärkung der Hängesäule von dem Ansatz der Strebe aufwärts, nach Fig. 97, das sonst übliche Anbringen eiserner Zugbänder umgangen werden.

Fig. 96.



In Fig. 98 ist eine Sprengwand dargestellt, bei welcher die Streben, wegen der zunächst den Balkenenden vorkommenden Durchbrechungen, nicht von dem Hauptbalken aus angesetzt werden können. In diesem Falle muß für das Hängewerk durch einen über den Durchbrechungen durchlaufenden Balken eine zuverlässige Basis geschaffen werden. Dieser durchgehende Balken ruht an den Enden auf Wandpfosten, und wird noch weiter, so wie es die Entfernung der Durchbrechungen gestattet, durch Büge von den Wandpfosten aus unterstützt. Von diesem Balken gehen nun die Streben nach den Hängesäulen, welche stumpf auf

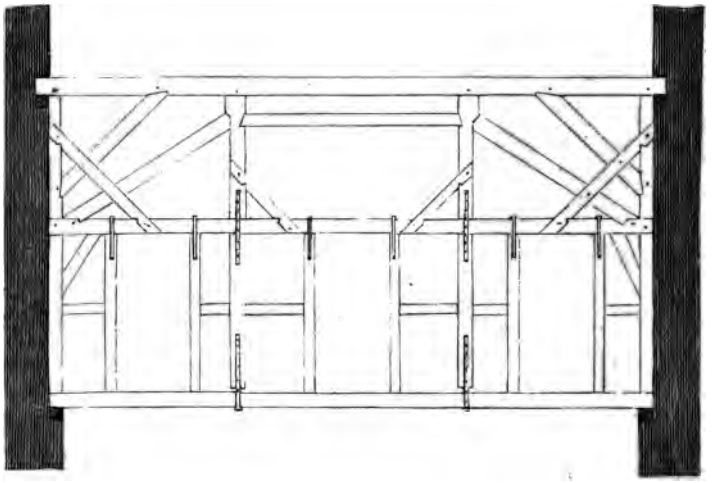
Fig. 97.



dem Balken aufsitzen, und, durch beiderseits darüber gelegte Eisenbänder vermittelst Bolzen mit den darunter angebrachten Pfosten verbunden, erst durch die Befestigung dieser Pfosten mit dem Hauptbalken unter der Wand zur Unter-

stützung dieses Hauptbalkens verwendet werden. Um bei so flachen Hängewerken den nicht unmittelbar aufgehängten Balken nach Möglichkeit zu entlasten, können die Thürpfosten durch Eisenbänder mit der obern Schwelle

Fig. 98.

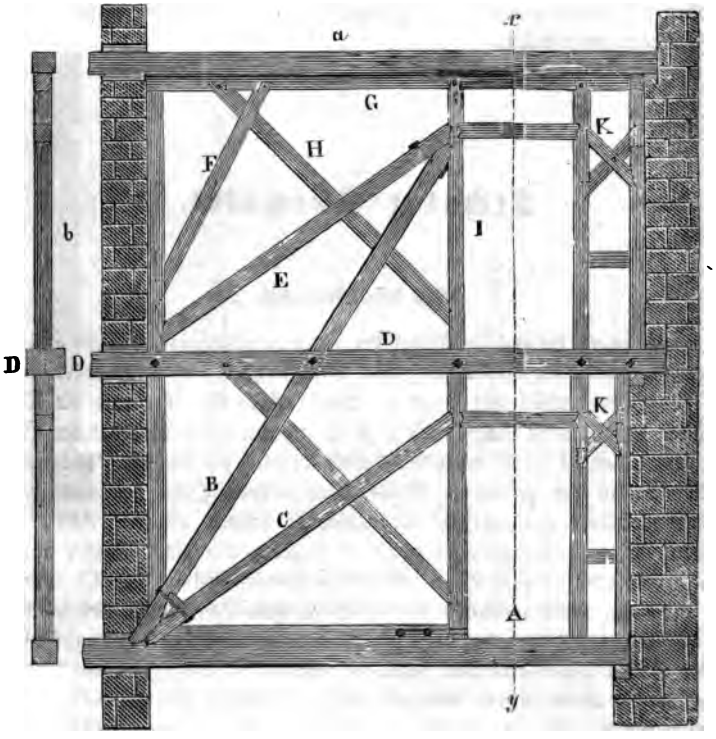


verbunden und die auf diese Art belasteten Punkte dieser Schwelle wieder durch angeblattete Zugbänder von der Pfette, den Wandpfosten und Hängesäulen aus aufgehängt werden. Sitzen abzusprengende Wände in zwei Stockwerken über einander, und kann die Construction für beide Wände gemeinschaftlich durch das Gebälk fortgeführt werden, so bietet dies für die Tragfähigkeit der Wände dadurch großen Vortheil, daß die Streben unter steilen Winkeln angesetzt werden können, und die Schwierigkeit in Beseitigung der Uebelstände, welche durch Wanddurchbrechungen veranlaßt werden, wird um Vieles gemindert.

Fig. 99 stellt eine durch zwei Stockwerke geführte Sprengwand, *a* in der Ansicht und *b* im Durchschnitt nach der punktirten Linie *x y* dar, bei welcher die Thüröffnung auf der Seite liegt. Von dem unterstützten Ende des abzusprengenden untersten Balkens *A* wird eine Hauptstrebe *B* nach dem Thürriegel der Wand im zweiten Stock geführt, und von derselben Stelle aus eine zweite Hauptstrebe *C*, welche mit der erstern nach Fig. 100 durch einen Keilzwischensatz und durchgehende Schraube zu einem Ganzen verbunden ist, nach dem Thürriegel der untern Wand. Im obern Stock ist von den *Wandpfosten aus* eine weitere Strebe *E* nach dem Thürriegel angesetzt und

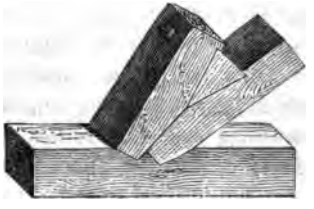
an dem Anſatze mit der von dem untern Balken ausgehenden Hauptſtrebe *B* durch eine Schraube vereinigt. Dieſen Hauptſtreben entgegengeſetzt ſind,

Fig. 99.



von den zunächſt der Thüröffnung befindlichen Wandpfoſten aus, auf der Höhe der Thürriegel kurze Gegenſtreben angebracht. Dieſe genannten Theile der Sprengwand ſind durch zwei Balken *D D* umſchloſſen und, mit denſelben verſchraubt, zu einem unverſchieblichen Ganzen gebildet. Die obere Pfette wird noch weiter durch einen Strebebug *F* unterſtützt, ſo daß an der Pfette *G* durch eine Zange *H* die Thürſäule *I* aufgehängt, und zugleich eine Verknüpfung der in der Richtung der Zange *H* liegenden Verbandſtücke bewirkt werden kann. Auf ähnliche Weiſe greift eine Zange von den Doppelbalken *D* nach dem untern Theile der

Fig. 100.



Hängesäule *I* über die beiden Hauptstreben *B* und *C* hinweg, und eben so werden die Gegenstreben *K* durch abwärts gehende Zangen aufgehängt.

Diese angeführten Beispiele werden genügen, um unter anderen Umständen die Construction von Sprengwänden den gestellten Anforderungen entsprechend herzustellen.

Sechster Abschnitt.

Von den Gebälken.

Wir haben bei den Beschlägen der Stämme angeführt, daß ein aus dem Runden gezimmerter Balken die größte Tragfähigkeit hat, wenn dessen Breite sich zur Höhe verhält wie 5 zu 7. Nun verhält sich aber auch die Tragfähigkeit zweier gleich langer Balken zu einander wie das Product der Breite mit dem Quadrat der Höhe, und es wird darnach ein auf die Hochkante gestellter Balken von geringerer Breite, aber größerer Höhe, bei gleich großer Querschnittfläche eine größere Tragfähigkeit haben, als ein Balken von größerer Breite, aber geringerer Höhe. Nehmen wir einen Balken von 10 Zoll Breite und 14 Zoll Höhe, dessen Querschnittfläche = 140 Quadratzoll ist, und einen zweiten Balken von gleich großem Querschnitt, dessen Breite nur 7 Zoll, die Höhe aber 20 Zoll beträgt, so wird sich die Tragfähigkeit beider Balken gegen einander verhalten wie $10 \times 14 \times 14 = 1960$ zu $7 \times 20 \times 20 = 2800$, oder mit anderen Worten: der auf die Hochkante gestellte Balken trägt die Hälfte der Last mehr, als der im günstigsten Verhältniß der Tragfähigkeit aus dem runden Stamme gezimmerte Balken.

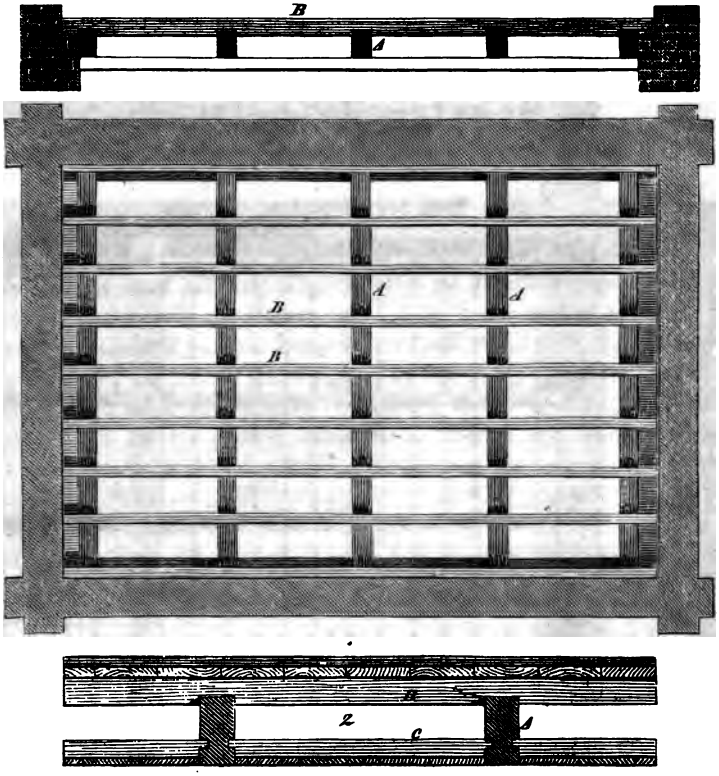
Wo also das Zimmerholz hoch im Preise steht, wird geschnittenes Holz, auf die Hochkante gestellt, in der Anwendung auf Gebälke den Vorzug verdienen vor den aus dem runden Stamme gezimmerten Balken.

Da nun bei sehr hohen und dabei schmalen Balken eine Verspannung der aufgestellten Balken hergestellt werden muß, so wird sich aus dieser Anforderung eine Construction der Gebälke aus Hölzern von verschiedener Stärke ergeben, die wieder zu bedeutender Ersparniß an Holzmasse führt.

Als Beispiel einer Balkenlage von auf die Hochkante gestellten, geschnittenen Hölzern möge hier die Ueberdeckung eines Raumes von 20 Fuß Breite bei 30 Fuß Länge angenommen werden, zu dessen Gebälke 13 Balken von *Zimmerholz* erforderlich wären, wenn die Balken $2\,^1/_2$ Fuß im Mittel von

einander entfernt gelegt würden, und die Stärke dieser Balken, an beiden Enden aufliegend angenommen, müßte bei einigermaßen großer Belastung 7 und 10 Zoll betragen. Nehmen wir nun an, daß 5 Balken, auf die Hochkante gestellt und nach der schmalen Seite von 20 Fuß in gleicher Entfernung von einander gelegt, nach Fig. 101 die gleiche Last tragen sollen, so werden

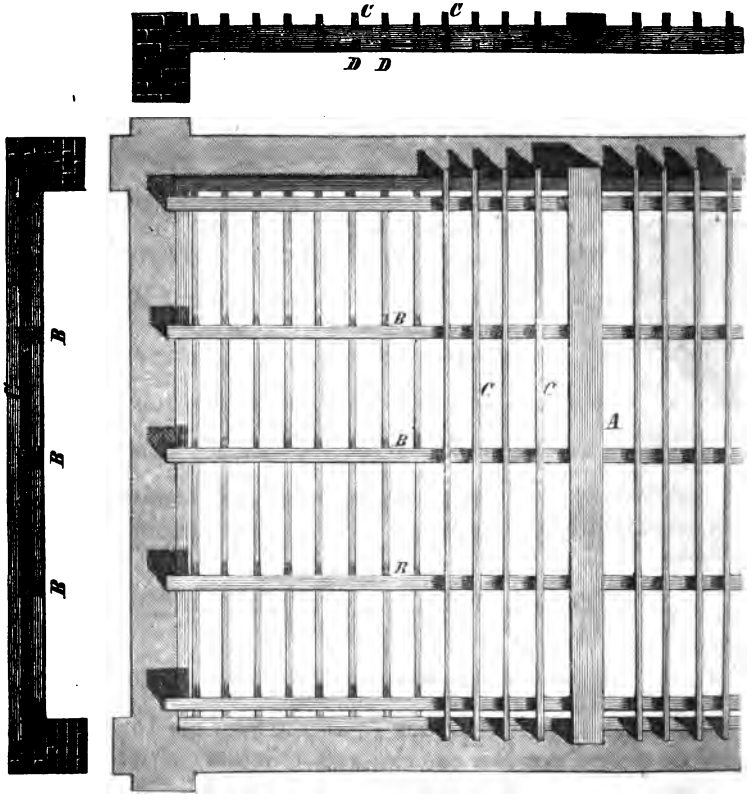
Fig. 101.



diese 5 Balken bei einer Breite von 7 Zoll eine Höhe von 16 Zoll erhalten müssen. Werden nun über die, nicht ganz 7 Fuß von einander entfernten Balken *A*, nach entgegengesetzter Richtung und mit den ersteren stark überkämmt, auf $2^1/_2$ Fuß Entfernung, auf die Hochkante gestellte Bohlen *B* von 2 Zoll Breite und 5 Zoll Höhe gestreckt, so sind dazu 9 Bohlen erforderlich. Vergleichen wir den kubischen Inhalt der Balkenlage von gleich starkem sieben- und zehnzölligem Zimmerholz mit dem der Balkenlage von auf die Hochkante gestellten geschnittenen Hölzern verschiedener Stärke in dem ange-

führten Falle, ſo werden wir finden, daß die Balkenlage von Zimmerholz mehr als das Doppelte an Holzmaſſe enthält. Wird nach Fig. 101 und 102 die Verſchalung der Decke auf eingezapfte Rähmlinge *C* genagelt und unter dem Fußboden ein Blindboden gelegt, ſo fällt die bei anderen Gebälken unumgängliche Ausfüllung der Balkengefache weg, und es können dann, bei viel geringerer Belaſtung des Gebälkes, die Hauptträger auch in viel geringeren Dimenſionen, wie in obigem Beiſpiel angeführt, angewendet werden.

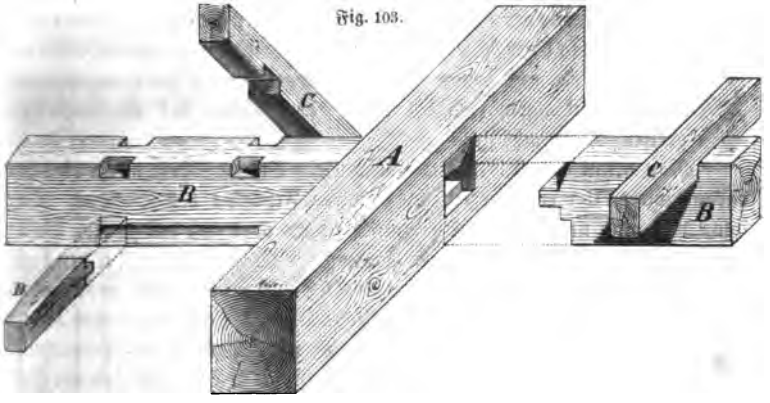
Fig. 102.



Die in England üblichen Balkenlagen aus Hölzern verſchiedener Stärke ſind nach Fig. 102 darin von der in Fig. 101 dargeſtellten Balkenlage verſchieden, daß in ſtarke, quer über den zu überdeckenden Raum gelegte Träme *A* ſchwächere Längebalken *B* mit Verſatzung eingezapft und über dieſen nun erſt, in gleicher Richtung mit den Trämen, noch ſchwächere Balken *C* in ſo

geringer Entfernung von einander gelegt werden, daß darauf und auf die Trämen selbst, welche zusammen die Höhe der beiden Balkenlagen haben, der Fußboden befestigt werden kann. Zum Befestigen der Deckenschalung werden in die unteren Längebalken Querriegel *D* mit eingeschleiften Zapfen, und zwar in gleicher Entfernung wie die darüber liegenden oberen Querbalken, eingesetzt. Daß bei dieser Anordnung die Sicherheit des Gebälkes allein von den Haupträmen *A* und der in Fig. 103 dargestellten geringen Verbindung des Längebalkens *B* mit dem Trämen *A* abhängt, möchte nicht zu ihrer Empfehlung gereichen.

Fig. 103.



Gebälke von gleich starken Balken sind die in Deutschland allgemein üblichen. Bei mehrstöckigen Gebäuden werden Zwischengebälke diejenigen Balkenlagen genannt, welche zwischen den einzelnen Stockwerken liegen und so zur Bildung der Decke des untern und des Fußbodens des obern Stockwerkes dienen. Dachgebälke sind die, die Decke des letzten Stockwerkes bildenden Gebälke, worauf das Dachwerk gesetzt ist, und unter Kehlgebälken verstehen wir die im Dachwerke selbst vorkommenden Balkenlagen.

Die einzelnen Balken haben je nach der Stelle, welche sie einnehmen, und nach dem Zwecke, dem sie zu entsprechen bestimmt sind, besondere Namen.

1. Ganze Balken, auch Hauptbalken, haben die ganze Länge der Balkenlage und ruhen an beiden Enden auf den Umfangsmauern oder Wänden auf.
2. Stichbalken ruhen nur mit dem einen Ende auf der Mauer oder Wand, und sind am andern Ende in einen andern Balken verzapft oder versetzt.
3. Wechselbalken (Trumpfbalken oder Wechsel) liegen in entgegengesetzter

Richtung gegen die übrigen Balken, wechseln sonach in ihrer Richtung und sind an beiden Enden in andere Balken versetzt.

4. Grathbalken liegen nicht senkrecht, sondern in diagonaler Richtung auf den Mauern oder Wänden. Sie nehmen, als Langbalken angewendet, Stichbalken auf, oder sind selbst Stichbalken, und heißen dann Grathstichbalken.
5. Bundbalken liegen über einer innern Wand, und dienen dann meist der untern Wand als Pfette und der darüber befindlichen obern Wand als Schwelle.
6. Streichbalken sind solche Balken, welche unmittelbar neben einer Scheidemauer oder an den Umfassungsmauern liegen.
7. Dachbinderbalken oder Binderbalken heißen diejenigen Balken des Dachgebälkes, auf denen die zum Tragen des Daches angebrachten Querverbindungen, welche wir unter dem Namen des Dachstuhles begreifen, angebracht sind.

Man nennt den Widerstand, welchen ein Balken leistet, wenn eine Last darauf wirkt, ihn einzubiegen, die relative Festigkeit des Balkens. Eine solche Last kann nun auf einzelne Punkte wirken oder auf den ganzen Balken gleichmäßig vertheilt sein. Eine Belastung der letztern Art ist bei den durch Fußböden mit einander verbundenen Balken anzunehmen, und man rechnet dazu auch das eigene Gewicht des Balkens selbst, welches immerhin bei der Tragfähigkeit der Balken in Anschlag zu bringen, sonach in der Wahl der zu Balken zu verwendenden Hölzer maßgebend ist. Die Tragfähigkeit der Balken ist nun verschieden, je nach der Art der Befestigung der Balkenenden, und es möchten darnach vier Fälle zu unterscheiden sein:

1. Der Balken kann an einem Ende fest eingespannt sein, und die Last wirkt an dem andern freien ununterstützten Ende;
2. Der Balken liegt mit beiden Enden frei auf, und die Last wirkt an einem Punkte zwischen den unterstützten Enden;
3. Der Balken ist an einem Ende fest eingespannt und liegt am andern Ende frei auf, und die Last wirkt wie bei 2.
4. Der Balken ist an beiden Enden fest eingespannt, und die Last wirkt wie bei 2 und 3.

Die relative Festigkeit eines vierkantigen Balkens verhält sich, wie das Product der Breite multiplicirt mit dem Quadrat der Höhe, dividirt durch die Länge desselben, wenn bei der Abmessung dasselbe Maß, der Zoll, genommen wird. Bezeichnen wir die Breite mit b, die Höhe mit h und die Länge mit l, so wäre der Ausdruck für die relative Festigkeit in der einfachen Formel $\frac{bh^2}{l}$ gegeben. Ist nun die relative Festigkeit eines Balkens von bekannten Dimen-

sionen durch Versuche bekannt, so darf man annehmen, daß die Festigkeit anderer Balken aus derselben Holzart sich zu der gegebenen verhalte, wie dies in der obigen Formel angegeben ist. Sind die Versuche an Hölzern von 1 Quadratzoll Querschnitt unter den in 1 angegebenen Bedingungen angestellt, so wird die Berechnung der Tragfähigkeit anderer Balken dadurch einfach hergestellt, wenn man mit der Zahl, die das Gewicht in Pfunden ausdrückt, welches das Holz beim Versuche zu tragen im Stande war und mit n bezeichnet werden soll, mit der angegebenen Formel multiplicirt und dann die Hälfte des Gewichtes von dem Balken, dessen Tragfähigkeit gesucht wird, in Abzug bringt. Bezeichnen wir die Belastung eines Balkens mit P, das Gewicht desselben mit q und nehmen an, daß in den Fällen 2, 3 und 4 die Last P auf die Mitte des Balkens wirkt, so ergeben sich für die Berechnung folgende vier Formeln:

$$\text{ad 1. } P = n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq;$$

$$\text{ad 2. } P = 4n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq;$$

$$\text{ad 3. } P = 6n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq;$$

$$\text{ad 4. } P = 8n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq.$$

Wird die Last auf die ganze Länge eines Balkens gleichmäßig vertheilt, so trägt er das Doppelte der Last, welche auf die Mitte des Balkens wirkt. Für gleichmäßig auf die ganze Länge belastete Balken würde in den oben angegebenen Fällen 2, 3 und 4 die Berechnung nach folgenden Formeln herzustellen sein:

$$\text{ad 2. } P = 8n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq;$$

$$\text{ad 3. } P = 12n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq;$$

$$\text{ad 4. } P = 16n\frac{bh^2}{l} - {}^1/_2\, bhlq.$$

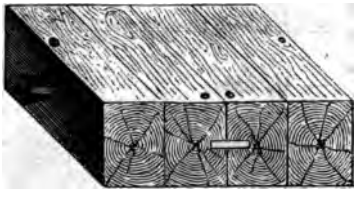
Da bei den Versuchen die Belastung bis zum Brechen der Hölzer vermehrt wird, bei Balken aber mindestens eine zehnfache Sicherheit vorhanden sein muß, so kann für die Praxis die Versuchszahl n mit Sicherheit angenommen werden für:

Eichenholz	$n = 330$;
Lärchenholz	$n = 250$;
Kiefernholz	$n = 240$;
Weißtannenholz	$n = 220$;
Fichtenholz	$n = 180$.

Wie hiernach aus den gegebenen Maßen der Balken deren Tragfähigkeit berechnet werden kann, ſo laſſen ſich auch aus der gegebenen Belaſtung die Balkenſtärken beſtimmen.

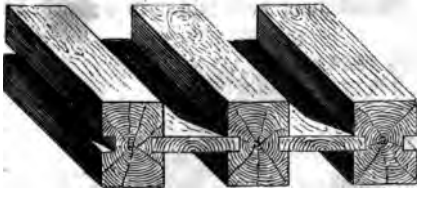
Welche Belaſtung bei einem Gebälke dem einzelnen Balken zukommt, hängt von der Vertheilung der Laſt ab, und daraus ergiebt ſich die nöthige Entfernung der Balken von einander. Dieſe Entfernung wird aber auch noch dadurch auf gewiſſe Grenzen eingeſchränkt, daß die Balken zur Befeſtigung der Fußböden und Deckenverſchalungen dienen, und daß bei den Dachgebälken durch die Entfernung der Balken auch die Entfernung der Dachſparren von einander bedingt wird. Wir finden deshalb in holzreichen Gegenden größere Balken- und Sparrenweiten als in Gegenden, wo die Schnittwaaren, von fernher bezogen, geringere Stärken haben, und deshalb der öftern Unterſtützung bedürfen. Daher kommt es, daß die landesüblichen Balkenentfernungen bei Wohngebäuden ſo überaus verſchieden ſind und zwiſchen 2 und 4 Fuß angegeben werden.

Fig. 104.



Bei ganz gleicher Belaſtung und Spannweite der Balken wird demnach die Stärke der einzelnen Balken verſchieden ſein können, je nachdem ſie enger oder weiter gelegt ſind.

Fig. 105.

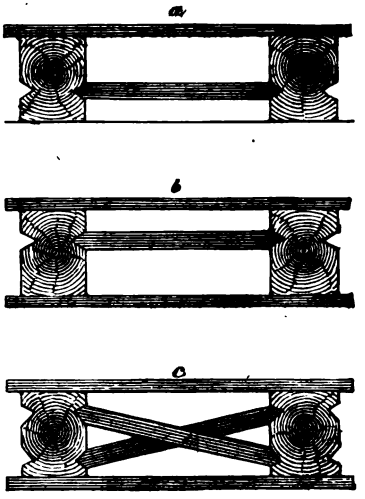


Das Dübelgebälke, bei welchem ohne Zwiſchenraum Balken an Balken gelegt ſind, wird ſonach die größte Tragfähigkeit haben, die es vermöge der Höhe der einzelnen Balken erlangen kann. Um bei ſolchen Gebälken das Einbiegen der einzelnen Balken unmöglich zu machen, werden nach Fig. 104, auf Entfernungen von 4 bis 5 Fuß von einander, in der Mitte der Balken flache Platten von Eichenholz eingeſetzt, welche Dübel heißen, und durch eingetriebene Holznägel mit beiden Balken verbunden werden. Die Hälfte der Tragfähigkeit von den Dübelgebälken haben die in Fig. 105 dargeſtellten Gebälke, bei welchen die Balken auf die Entfernung ihrer Breite von einander gelegt und durch Bohlen, welche der Länge nach in entſprechende Nuthen eingeſchoben ſind, unter einander verbunden werden.

Bei größerer Entfernung der Balken von einander werden die Balkenfelder in der Regel ausgeſtickt (geſtakt), und zur Ausfüllung die Stickhölzer

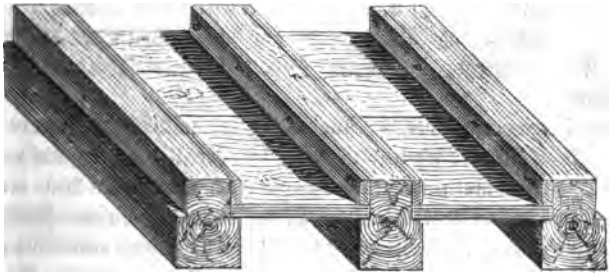
entweder mit Lehm gewickelt oder geſtrichen, und es werden zur Aufnahme der Stickhölzer die erforderlichen Nuthen an den Seiten der Balken ausgehauen.

Fig. 106.



In Fig. 106 iſt das verſchiedene Einſetzen der Nuthen, und zwar bei *a* für Decken, welche unmittelbar auf die Balken verputzt werden, bei *b* für Decken, welche Verſchalung erhalten, und bei *c* für ebenfalls verſchalte Decken, zur beſſern Verſpannung der Balken unter ſich, mit abwechſelnd anſteigend eingetriebenen Stickhölzern. Bei Stallgebälken und überall da, wo die Balken von unten frei bleiben, in den Gefachen aber fugendicht abgeſchloſſen werden ſollen, wird nach Fig. 107 eine quer eingelegte Bretterverſchalung, ſoweit unter dem Fußboden, daß darüber noch ein Lehmſtrich angebracht werden kann, der geeignetſte Abſchluß der Balkengefache ſein. Bei dem hier angenommenen Einlegen der Schalbretter mit darüber genagelten Leiſten iſt es nicht nöthig, daß die Balken auf der obern Seite ſcharfkantig ſind. Bei ſcharfkantigen Balken werden die Bretter in Nuthen geſchoben.

Fig. 107.



Bevor wir die Anordnung der Balkenlagen betrachten, ſoll noch in Kürze der Auflage der Balken an ihren Enden Erwähnung geſchehen. Bei Holzgebäuden ſind die Balkenenden mit den Pfetten und Schwellen der Wände auf die bereits in dem Abſchnitte über die Holzverbindungen angegebene Weiſe verbunden; bei Gebäuden mit Umfangsmauern aber ruhen die Balkenenden auf Mauerabſätzen, ohne irgend eine andere Verbindung als

den Druck, welchen ihr eigenes Gewicht und die Belastung der Balken auf das Mauerwerk ausübt. Zur gleichmäßigen Auflage der Balkenenden und zur Vertheilung der Last der Gebälke auf den unterstützenden Theil der Mauern werden die Balkenenden durch Längehölzer von der Breite der Mauerabsätze unterstützt, welche Mauerlatten genannt werden. Auf diese Mauerlatten werden die Balkenenden nach Fig. 108 entweder nur nach *a* aufgedollt, oder nach *b* bei größerer Spannweite der Balken aufgekämmt. Da diese Mauerlatten ihrer ganzen Länge nach unterstützt sind, so können sie eine geringe Höhe haben, doch müssen sie aus festerem Holze bestehen, und werden, da Nadelhölzer im Mauerwerk keine lange Dauer haben, am besten von Eichenholz angefertigt. Unter den Dachgebälken werden zuweilen nach Fig. 109 doppelte Mauerlatten angebracht, welche durch Querzangen mit schwalbenschwanzförmiger Ueberblattung unter sich verbunden werden. Bestehen die Mauerlatten aus mehreren Stücken, so werden bei jedem Stoße zwei Zangen, auf beiden Seiten des Stoßes, angebracht; außerdem genügt es, die doppelten Mauerlatten auf je 12 bis 15 Fuß Länge durch solche Querzangen zu verbinden. Beim Abschluß schwacher Umfangsmauern wird das Dachgebälke zuweilen auf flache Bohlen von der Breite der ganzen Mauer gelegt; in diesem Falle heißen diese Unterlageschwellen Mauerbänke.

Fig. 108.

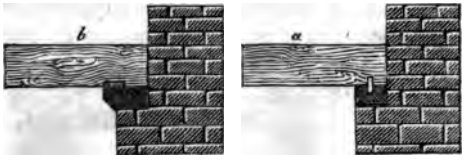
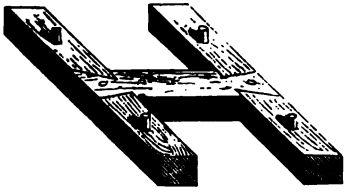


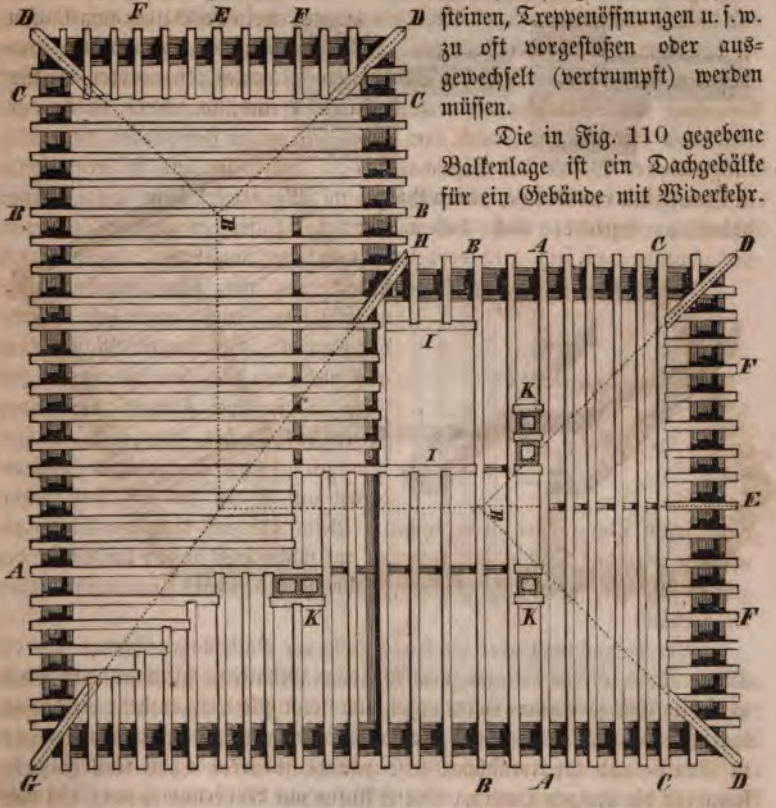
Fig. 109.



Der Betrachtung über die Anordnung der Balkenlagen werden wir ein Dachgebälke zu Grunde legen, weil bei diesen Gebälken zugleich auf das Dachwerk Rücksicht genommen werden muß, und sonst alle Bestandtheile der darunter liegenden Stockwerksgebälke ebenfalls vorkommen. Daß der Anlegung der Gebälke eine genaue Aufnahme des Gebäudes, für welches eine Balkenlage bestimmt ist, vorausgehen und nach dieser Aufnahme der Grundriß des Gebäudes, mit genauer Angabe der Mauern, Wände, Schornsteine und Treppenanlagen, auf dem Werkplatz aufgetragen werden muß, um nach diesem Grundrisse das Gebälke anzuordnen, ist selbstverständlich. Die Richtung der Balken wird darnach bestimmt, daß die Mehrzahl derselben in ganzer Länge angewendet werden können und eine ihrer Stärke entsprechende Unterstützung durch *Wände oder Mauern* erhalten. Bildet der Grundriß des Gebäudes ein

längliches Rechteck, so wird in den meisten Fällen die Richtung der Balken senkrecht gegen die langen Seiten, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, nach der Tiefe des Gebäudes angenommen werden können, und man wird davon nur dann abgehen, wenn die Balken nach dieser Richtung keine genügende Auflage an ihren Enden erhalten können, sich auf größere Entfernungen als nach entgegengesetzter Richtung freitragen, oder wegen zu häufiger Durchbrechungen von Schornsteinen, Treppenöffnungen u. s. w. zu oft vorgestoßen oder ausgewechselt (vertrumpft) werden müssen.

Fig. 110.



Die in Fig. 110 gegebene Balkenlage ist ein Dachgebälke für ein Gebäude mit Widerkehr.

Kommen Wände in der Richtung der Balken vor, so werden darüber zuerst die Wandbalken *A*, welche den darunter befindlichen Wänden als Pfette dienen, angelegt. Sodann werden die Firste und Walmen aufgeschnürt, und an den Stellen, wo die Walmen sich anschließen, die Binderbalken *BB* gelegt. Von der Entfernung dieser Wand- und Binderbalken hängt dann die Eintheilung der dazwischen liegenden Balken ab, deren Entfernung weniger, aber

nie mehr betragen darf, als die durch die Eindeckung vorgeſchriebene Weite der Sparren. Von den Anfallspunkten der Walmen oder, wie hier, von dem außerhalb des Anfallspunktes gelegenen Wandbalken *A* werden die Balkengefache in der entſprechenden Weite gleich getheilt, bis auf die Weite eines Balkengefaches von den Umfangsmauern entfernt, wo der letzte Hauptbalken *CC*, welcher die Stiche für die Walmſchifter aufzunehmen hat, und deshalb auch Stichbalken heißt, zu liegen kommt. Eine ungleiche Eintheilung iſt hier nur dann gerechtfertigt, wenn durch ein Enger- oder Weiterlegen der Balken bei vorkommenden Auswechſelungen das Abtrumpfen von Hauptbalken umgangen werden kann. Sind die Stichbalken *CC* gelegt, ſo werden die zur Aufnahme der Grathſparren erforderlichen Grathſtiche *DD*, nach der diagonalen Richtung der, nach dem Anfallspunkte des Walmens *B* aufzuſchnürenden Grundlinie der Gräthe, in den Hauptſtichbalken eingeſetzt; nach dieſem der

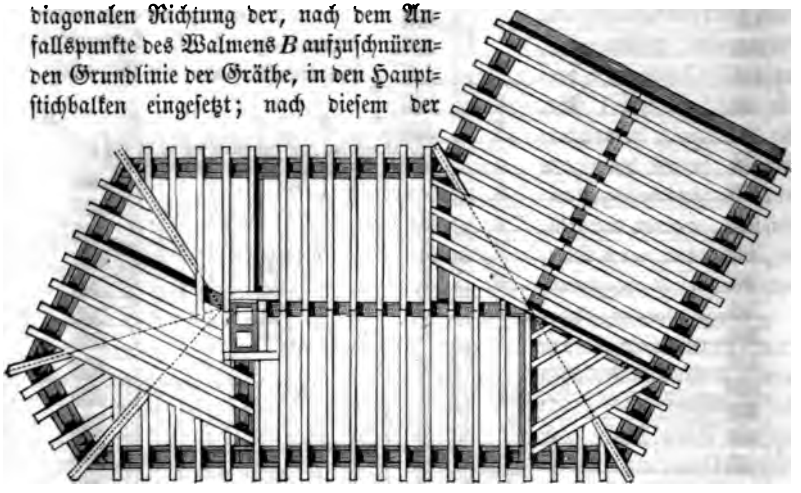


Fig. 111.

mittlere Stich *E* für den längſten Sparrenſchifter der Walmen, und von dieſem, in gleichen Entfernungen gegen den Grathſtich eingetheilt, die übrigen Sparrenſtiche *FF*. Der Hauptſtichbalken, welcher durch das Verzapfen mit den Grath- und Sparrenſtichen ſehr geſchwächt wird, erhält eine größere Breite als die übrigen Balken. Bei Dächern mit Widerkehr entſteht auf der innern Seite eine Kehle und nach außen ein Grath. Iſt die Widerkehr im rechten Winkel, und haben die beiden Arme der ſich widerkehrenden Gebäude gleiche Breite, und dem entſprechend die Dächer gleiche Firſthöhe, ſo fällt der Grundſchlag für die Kehle und den Grath in eine gerade Linie, und es kann, wenn ſonſt die Anordnung der Balkenlage es geſtattet, ein ganzer Balken *nach dieſer Diagonallinie* gelegt werden, welcher den Grathſtich *G* und den

Kehlstich *H* ersetzt, und als Grath- und Kehlbalken zu bezeichnen ist. In Fig. 110 ist eine Widerkehr von ungleicher Breite angenommen, und statt des durchgehenden Grathstichbalkens eine nach beiden Balkenrichtungen abwechselnde Auswechselung angewendet, so daß zuletzt ein Grathstich diese Auswechselung schließt. Der Kehlstich *H* ist mit dem nächsten Balken überblattet und an den zweiten Balken angezapft. Bei größeren Durchbrechungen werden Wechselbalken *II* eingelegt, welche an dem Ende mit versetzten Zapfen in die Hauptbalken eingreifen, und in welche selbst wieder die, durch den Wechselbalken unterbrochenen Balkenenden, sowie die Stichbalken versetzt und eingezapft sind. Bei kleineren Durchbrechungen, welche die Breite der Balkengefache nicht überschreiten, werden die Balkengefache nur durch eingelegte Wechsel *K* abgegrenzt.

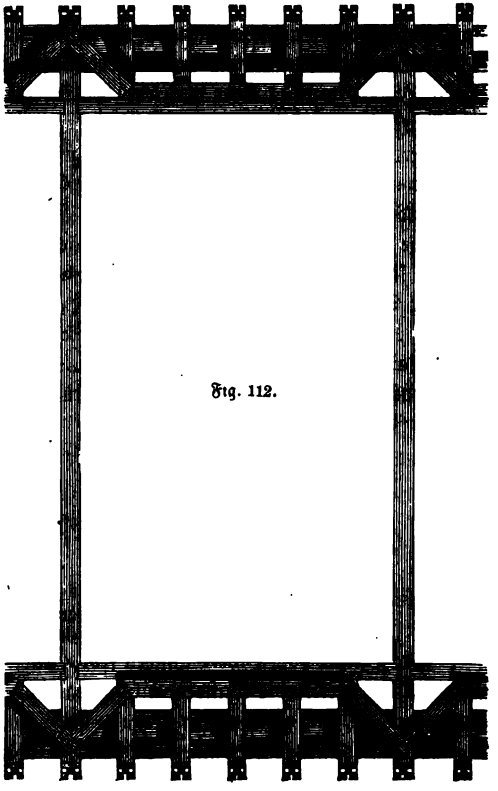


Fig. 112.

Nach dem angeführten Beispiele wird die Anordnung von Balkenlagen für Gebäude von regelmäßiger Form keiner weiteren Erläuterung mehr bedürfen.

Bei Balkenlagen für Gebäude von unregelmäßiger Form, müssen die Balken, je nach der zu Gebote stehenden Unterstützung, in ihrer Richtung abwechselnd gelegt, und es muß bei der abwechselnden Richtung der Balken besonders darauf Rücksicht genommen werden, daß Balken, welche die Enden anderer Balken aufnehmen müssen und dadurch zu Wechselbalken werden, genügend unterstützt sind, oder durch die sich anschließenden Balken unterstützt werden. Die in Fig. 111 gegebene Balkenlage für ein Gebäude mit stumpfer Widerkehr und mit gebrochenen Ecken wird genügen, um bei der Anordnung von Gebälken für Gebäude von unregelmäßigen Grundrissen als Anhalt zu dienen.

Im Allgemeinen möge noch zum Schlusse über die Betrachtung der Gebälke erwähnt werden, daß erstens: bei Zwischengebälken diejenigen Balken, welche zur Verankerung der Umfangsmauern benutzt werden sollen, senkrecht gegen die zu verankernden Mauern liegen müssen, und eben so, wie die Dachbinderbalken, nicht gestoßen sein dürfen; und daß zweitens: die Kehl- und Grathstiche bei Dachgebälken, welche einem größern Schube zu widerstehen haben als die übrigen Sparrenstiche, entweder durch ein Eisenband oder eine starke Klammer mit dem Hauptstichbalken, oder bei flachen Dächern durch Ueberblattung mit mehreren Balken verbunden, oder mit einem darüber gelegten Bande, welches über mehrere Balken greift, durch Schrauben gegen das Ausweichen gesichert werden müssen.

In Fällen, wo bei der Ueberdachung großer Räume kein durchgehendes Gebälke angebracht wird, sondern nur die Binderbalken durchgehen, zwischen denen Wechselbalken zur Aufnahme der Sparrenstiche eingelegt sind, muß Vorsorge getroffen werden, daß die Wechselbalken nicht nach außen gezogen werden können. Fig. 112 stellt eine Sicherung zu diesem Zwecke dar, wo über die Stiche eine Kopfschwelle ab nach innen gelegt und durch Streben bd und ad, welche gegen das Ende der Binderbalken sich stemmen, zu einem horizontalen Sprengwerk verbunden sind. Diese Verbandstücke werden mit den darunter befindlichen Hölzern verschraubt.

Siebenter Abschnitt.

Von den Dachwerken.

Die Dächer haben ihrer äußern Form nach, welche meist davon abhängt, nach welchen Seiten die Wasserableitung stattfinden kann oder soll, verschiedene Benennungen, und zwar nennt man:

a. Pultdächer diejenigen Dächer, bei welchen die Wasserableitung nur nach einer Seite hingeht, so daß sie nach Fig. 113 nur eine geneigte Fläche haben und im First durch eine senkrechte Wand oder Mauer unterstützt sind;

b. Satteldächer diejenigen Dächer, die zur Ableitung des Wassers nach zwei Seiten geneigte Dachflächen haben, welche im höchsten Punkte in einer Linie, der Firstlinie oder dem First, zusammentreffen. Diese Dächer sind an den Enden nach Fig. 114 durch senkrechte Wände, die man Giebel nennt, abgeschlossen. Bestehen die Satteldächer nach Fig. 115 aus gebrochenen Dachflächen, von denen die unteren unter steilem Winkel geneigt sind, so werden

sie nach dem Erfinder dieser im vorigen Jahrhundert sehr beliebten Dachform, dem französischen Architekten Mansard, Mansardendächer genannt;

c. Walmdächer diejenigen Dächer, bei welchen die Ableitung des Wassers nach allen Seiten des Umfangs stattfindet, so daß nach Fig. 116 die Giebel wegfallen und durch geneigte Dachflächen ersetzt sind, die sich mit den Langseiten in Gräthen schneiden. Die dreiseitigen Dachflächen heißen Walmen, und der Punkt, wo sie sich an den First anschließen, wird der Anfallspunkt genannt. Liegen die Trauflinien in einer Horizontalebene, so heißt das Dach ganzes Walmdach; liegen aber nach Fig. 117 die Trauflinien der Walmen höher, so daß das Dach ein Giebel- und Walmdach zugleich darstellt, so wird es ein Krüppelwalmdach genannt;

Fig. 113.

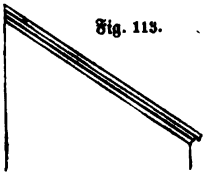
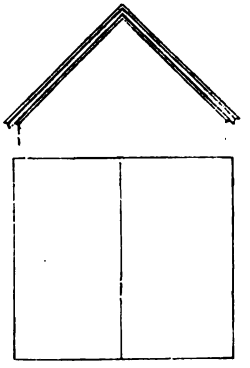


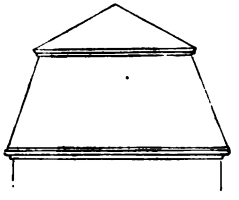
Fig. 114.



d. Zeltdächer diejenigen Dächer, bei welchen die Ableitung des Wassers ebenfalls nach allen Seiten stattfindet, die geneigten Dachflächen aber mit ihren Gräthen sich nach Fig. 118 in einem Punkte, dem Firstpunkte, schneiden. Sind die Dachflächen sehr steil und haben sie, wie bei Kirchthürmen, ein Vieleck zum Grundrisse, so wird ein solches Dach ein Helmdach oder kurzweg ein Helm genannt.

Bei den vorbeschriebenen Dächerformen sind die Dachflächen als ebene oder so gebogene angenommen, daß die Durchschnittslinie einer senkrechten Ebene eine gerade Linie ist. Sind die Durchschnittslinien stetig gebogen, so wird das Sattel- oder Walmdach gewöhnlich Bohlendach und das Zeltdach Dachhaube genannt. Ist der Grundriß des letztern ein Kreis, so entsteht das Kuppeldach oder die Kuppel.

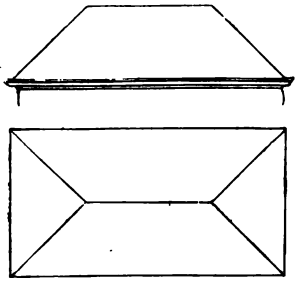
Fig. 115.



Bezeichnen die angeführten Benennungen der Dächer die Art der Wasserableitung, so werden auch noch die Dächer in Bezug auf die Größe der Neigungsmittel, der sogenannten Dachrösche, verschieden benannt. So wird ein steiles Dach, bei welchem die senkrechte Höhe größer ist als die Grundlinie, ein altgothisches Dach genannt. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt das Dach ein altdeutsches Dach, und ist das Dreieck im Durchschnitt ein gleichseitiges, ein altfranzösisches Dach. Winkeldächer werden

diejenigen Dächer genannt, bei welchen die Höhe gleich iſt der halben Grundlinie. Iſt die Höhe geringer als der fünfte Theil der Grundlinie, ſo wird das Dach ein flaches genannt. Dächer von ſo geringer Neigung, daß ſie begangen werden können, nennt man Altan- oder Terraſſendächer.

Fig. 116.



Gehen wir nun zur Conſtruction der Dachwerke über, ſo werden wir die Dächer darnach zu unterſcheiden haben, auf welche Weiſe die das Deckmaterial tragenden Hölzer, die Sparren, vom Dachraume aus unterſtützt werden.

Wir begreifen die im Innern der Dachwerke angebrachten Conſtructionen, welche dazu dienen, die Sparren auf ſolche Entfernungen zu unterſtützen, daß ſie ſich von der darauf wirkenden Belaſtung nicht einbiegen, und welche in vorkommenden Fällen auch zum Aufhängen ununterſtützter Balken vom Dachraum aus benutzt werden, unter dem allgemeinen Namen der Dachſtühle. Dieſe Conſtructionen werden nun nicht für jedes einzelne Sparrenpaar oder für jeden einzelnen Balken, ſondern in ſolchen Entfernungen von einander angebracht, daß die dazwiſchen vorkommenden Sparren oder Balken durch horizontale Pfetten oder Durchzüge unterſtützt oder aufgehangen werden, und es wird hiernach die in dem Dachſtuhle an den Stellen vorkommende Conſtruction, von der die Unterſtützung der Pfetten oder Durchzüge ausgeht, und welche dann in einer ſenkrechten Ebene liegt, der Dachbund genannt. Da von den Dachbünden und ihrer Längenverbindung unter ſich die ganze Feſtigkeit der Dachſtühle abhängt, ſo werden wir darauf hauptſächlich unſere Betrachtung richten.

Fig. 117.

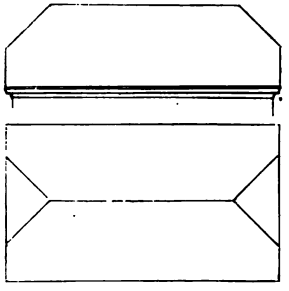
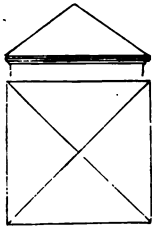


Fig. 118.



Nehmen wir die Art der Unterſtützung als maßgebend an, ſo zerfallen die Dachſtühle in:

a. Stehende Stühle,
b. Liegende Stühle,
c. Hängewerke und
d. Sprengwerke,

und hiernach werden wir die Verſchiedenheit in der Conſtruction derſelben *u*

betrachten haben. Statt vieler Beispiele, an wenigen Constructionen nachzuweisen, wie den gestellten Anforderungen am zweckmäßigsten und einfachsten entsprochen werden kann, ist dabei die Absicht des Verfassers.

a. Der stehende Dachstuhl hat seinen Namen daher, daß die Unterstützung der Dachgespärre vom Gebälke aus und durch senkrechte Pfosten, welche deshalb auch stehende Bundpfosten genannt werden, bewerkstelligt wird. Es muß also, um den stehenden Dachstuhl anwenden zu können, das Dachgebälke unterstützt sein. Im einfachsten Falle bedarf das Gespärre nur einer einmaligen Unterstützung, und es bezieht sich die ganze Construction des Dachstuhls nur auf die Sparrenunterstützung. Fig. 119 giebt einen solchen einfach stehenden Dachstuhl ohne Kehlgebälke. Betrachten wir die einzelnen Bestandtheile für sich und im Zusammenhange mit den übrigen Bestandtheilen der Construction.

Die Sparren, welche die unmittelbare Unterlage der Lattung oder Verschalung für das Deckmaterial bilden, liegen je zwei in einer senkrechten Ebene, sitzen mit dem untern Ende auf einem und demselben Balken und sind am obern Ende entweder an einander auf die Hälfte geblattet oder sie greifen mit einem Scherenzapfen in einander. Die Stärke der Sparren richtet sich nicht darnach, daß der Sparren in seiner ganzen Länge der Belastung ohne Einbiegen widerstehen soll, sondern daß die zwischen den Unterstützungspunkten gelegenen Sparrenstücke genügend stark sind, um von der Belastung nicht eingebogen zu werden. Auf diese Entfernungen ist der Sparren als ein Balken von der Länge, welche den Abständen der Unterstützungspunkte, horizontal gemessen, gleich ist, zu betrachten, und auf diese Länge, im Verhältniß der auf seine Länge gleichmäßig vertheilten Belastung, die Stärke nach der, für die Berechnung der Balkenstärken im vorigen Kapitel gegebenen Formel zu berechnen. Da es bei den Sparren hauptsächlich darauf ankommt, daß sie einen hohen Grad von Steifigkeit haben, so wird das Verhältniß der Höhe zur Breite im Querschnitte am günstigsten wie 7 : 4 anzunehmen sein. Da die Belastung senkrecht auf die Sparren wirkt, so ist der durch die angeführte Berechnung gefundene Querschnitt als der senkrechte Durchschnitt der geneigten Sparren anzunehmen, und aus diesem erst der Querschnitt im rechten Winkel gegen die Sparren zu bestimmen. Wären nun zwei Sparren von genügender Steifigkeit bei der Durchschneidung im First unter sich, und eben so bei dem Ansatze auf dem Balken mit diesem fest und unverrückbar verbunden, so würde das dadurch gebildete Dreieck eine feste, unverschiebliche Figur sein. Dies nach Möglichkeit zu erreichen, ist die Aufgabe, welche bei der Construction der Dachstühle unverrückt im Auge zu behalten ist. Da die Sparren bei ihrem Zusammentreffen im First sich gegen einander stemmen, so ist das Ineinandergreifen an dieser Stelle von keiner Wichtigkeit, und es

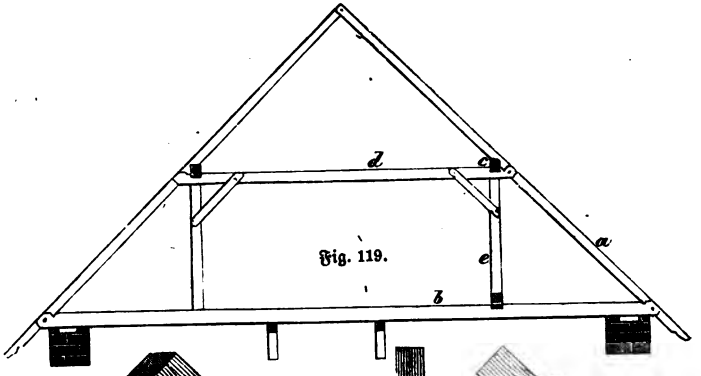


Fig. 119.

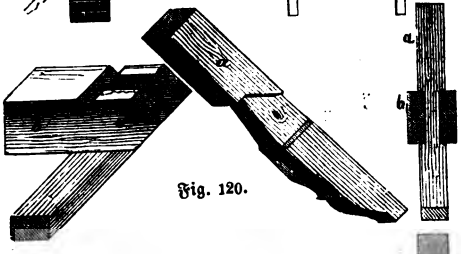


Fig. 120.

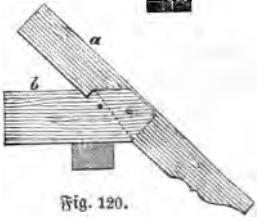


Fig. 120.

Fig. 121.

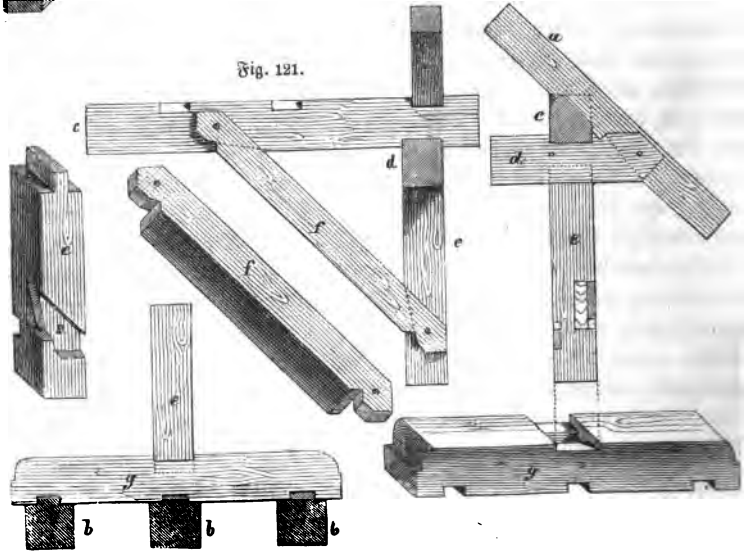
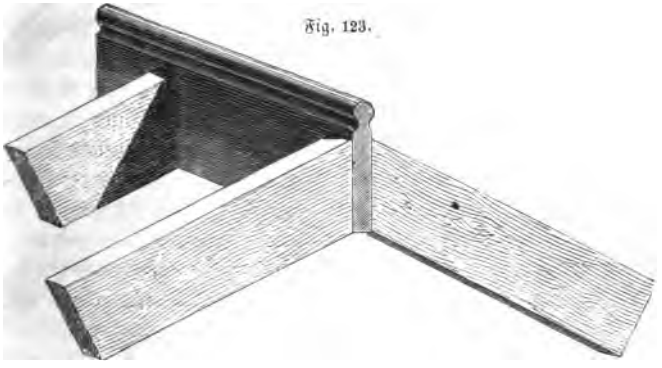


Fig. 122.

genügt der übliche Scherenzapfen vollkommen; bei sehr schmalen, aber hohen Sparren würde nach Fig. 123 der stumpfe Anschluß der Sparren an einem durchlaufenden Firstbohlen einer jeden Verbindung der Sparren unter sich vorzuziehen sein.

Die Verbindung der Sparren mit den Enden des Balkens ist, da hier der ganze Schub nach außen wirkt, die wichtigste. Bei dem hier in Rede stehenden Dachstuhle (Fig. 119) ist der über das Balkende hinaus verlängerte Sparren *a* nach Fig. 120 beinahe in seiner ganzen Breite rechtwinkelig gegen den Sparren in den Balken *b* versetzt und die beiden Blätter des über die Versatzung hinausreichenden Balkenkopfes greifen schwalbenschwanzförmig in die geringen seitlichen Einschnitte des Sparren. Damit der Sparren beim Einfahren an dem vortretenden Balkenkopfe kein Hinderniß findet, ist der letztere von der Unterkante im rechten Winkel gegen den Sparren geschnitten. Bei dieser Verbindung setzt sich der in den Balken eingesetzte Haken mit zunehmender Belastung immer fester an, und es ist ein Ausweichen nur dann denkbar, wenn das in den Sparren eingreifende Holz, sowol der Versatzung als der Seitenblätter des Balkenkopfes, zerrissen werden sollte.

Fig. 123.



Die Pfette *c* wird, wenn sonst kein Grund vorliegt davon abzuweichen, in der Mitte der Sparren angebracht; denn wenn auch die Belastung zuweilen nach dem untern Theile des Daches eine größere ist, sonach der Stützpunkt mehr nach dem Fuße des Daches zu verlegen wäre, so nehmen dagegen in der Regel die Sparren, welche von den Stammenden genommen werden, nach oben an Stärke ab, und bedürfen deshalb hier der Unterstützung mehr als der nach unten gekehrte stärkere Theil der Sparren. Das Verfahren, die Sparren auf die horizontale obere Fläche der Pfetten zu legen und zur Auflage den erforderlichen Holztheil aus dem Sparren zu nehmen, ist durchaus verwerflich; denn einmal kann der Sparren, wenn er nicht auf

die Pfette genagelt wird, von seiner Unterlage ausweichen, und dann wird der Sparren, zum großen Nachtheil für seine Tragfähigkeit, überaus geschwächt. Aus Fig. 121 ist eine Verbindung der Sparren mit der Pfette ersichtlich, bei welcher der Sparren mit einem schwachen Einsatze, welcher oben rechtwinkelig geschnitten ist, sich in einen entsprechenden Ausschnitt der Pfette, gleich einer Ueberkämmung, einlegt, und von dieser Auflage nicht weichen kann, ohne die Pfette umzukanten. Da die Einschnitte an der Pfette nur da vorkommen, wo die Sparren aufliegen, so ist dadurch zugleich die Stellung der Sparren in einer senkrechten Ebene, somit ihre größte Tragfähigkeit, gesichert und zugleich das Aufschlagen ungemein erleichtert. Damit nun die Pfetten nicht nach außen umkanten können und ihre gleichmäßige Entfernung von einander gesichert erhalten werden kann, ist ein Spannriegel *d* darunter gelegt, welcher mit den Pfetten überkämmt ist und, über die Pfetten hinaus verlängert, mit dem Sparren durch Versatzung und einseitige schwalbenschwanzförmige Anblattung verbunden, nun als Zange wirkt und so ein zweites unverschiebliches Dreieck abschließt, welches den Seitenschub vom obern Theil des Dachstuhls in einen senkrechten Druck verwandelt.

Der Bundpfosten *e*, welcher zur Unterstützung der Pfette dient, wird nun nicht unmittelbar unter die Pfette *c*, sondern unter die Bundzange *d* nach Fig. 121 gesetzt und mit dieser durch einen Zapfen verbunden. Ist der Bundbalken *b* nach Fig. 119 auf geringe Entfernung von dem Bundpfosten unterstützt, so wird er unmittelbar auf den Balken gesetzt und in denselben verzapft; liegt aber der Bundbalken unter dem Pfosten auf bedeutender Entfernung frei, wie ebenfalls in Fig. 119 angegeben, so wird, um die Belastung auf mehrere Balken zu vertheilen, nach Fig. 122 quer über mehrere Balken eine besondere Schwelle, ein sogenannter Schuh gelegt, welcher mit den Balken überkämmt wird, und auf welchen dann der Bundpfosten zu stehen kommt. Durch die in Fig. 122 angegebene Versatzung des Bundpfostens mit der Schwelle nach seiner ganzen Stärke, verbunden mit dem Zapfen, ist die Stellung des Pfostens nach der Länge und Breite des Schuhes (der Schwelle) gesichert.

Hiermit wäre die Querverbindung des fraglichen einfach stehenden Dachbundes abgeschlossen, und es erübrigt nur noch, zur Verbindung der Bünde unter sich und zugleich zur Unterstützung der von Bund zu Bund nach der ganzen Ausdehnung des Daches fortlaufenden Pfetten, welche nun Dachpfetten heißen, eine möglichst unverschiebliche Längenverbindung herzustellen. Diese Längenverbindung wird erreicht durch die, von den Bundpfosten *e*, Fig. 121, aus nach der Pfette angesetzten Büge *f*. Diese Büge, welche als Unterstützung der Pfette dienen sollen, und deshalb unter keinem *größern Winkel* als dem halben Rechten, welcher als Tragwinkel bezeichnet *wird, von dem* Pfosten aus angesetzt werden dürfen, werden gewöhnlich an

Fig. 124.

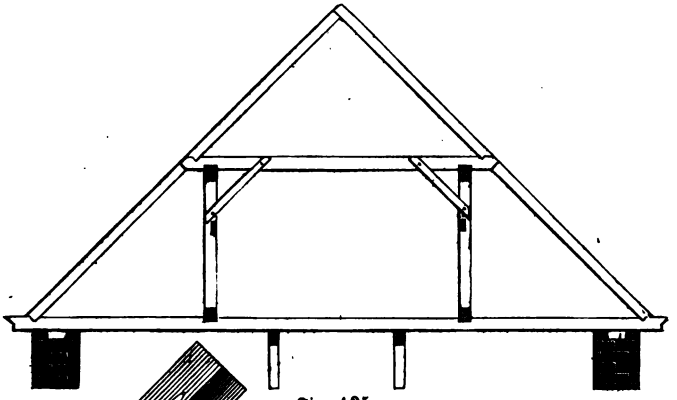


Fig. 125.

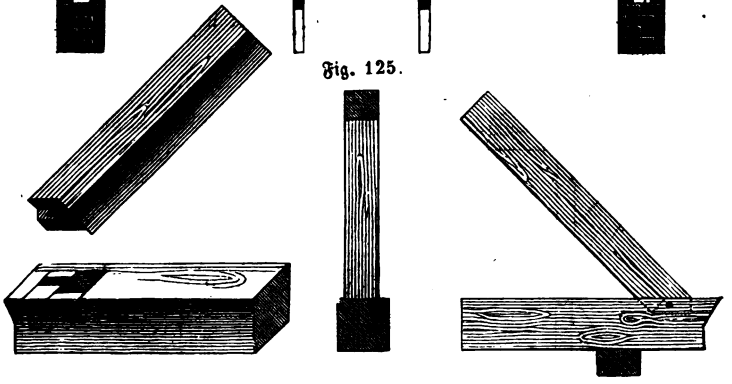
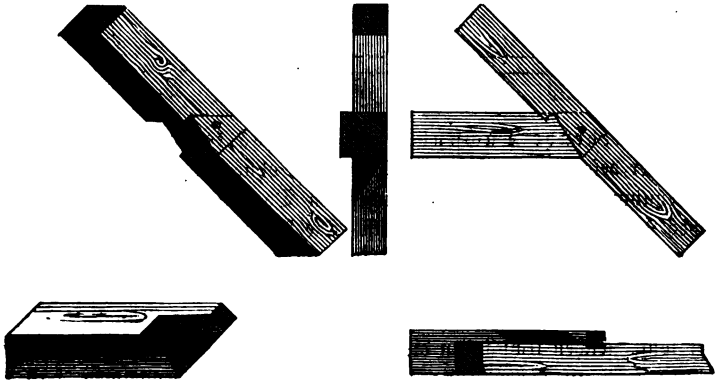
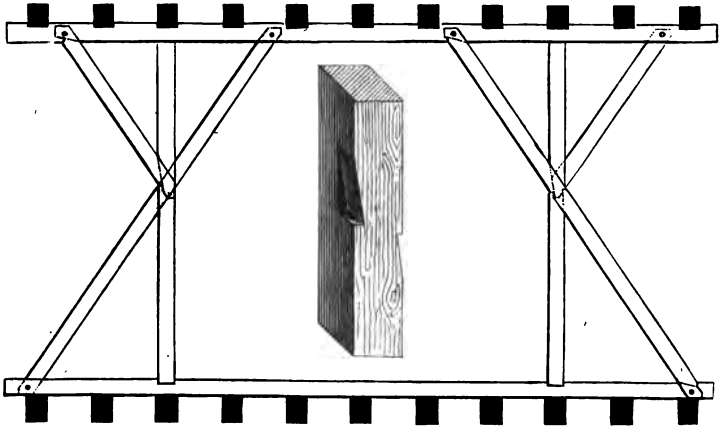


Fig. 126.



dem obern und untern Ende um ein Geringes in Pfoſten und Pfette verſetzt und eingezapft. Dieſe übliche Verbindungsweiſe gewährt aber, da die ganze Feſtigkeit der Verbindung von dem eingetriebenen Nagel abhängt, durchaus keine große Sicherheit in Bezug auf die Längenverſpannung. Werden die Büge nach Fig. 121 *e* und *f*, auf gleicher Höhe von dem Pfoſten *e* ausgehend, mit Verſatzung auf die Hälfte der Pfoſtenſtärke und Pfettenbreite eingreifend und über die Verſatzung verlängert, mit wenig eingeſetzten, aber vor den Pfoſten und die Pfette tretenden Blättern ſchwalbenſchwanzförmig überblattet, wobei die Büge mit der Ueberblattung und den entſprechenden Verſatzungen vom Pfoſten aus auf beiden Seiten angeſetzt, jedesmal die Pfette zur Hälfte, aber von entgegengeſetzter Seite, unterſtützen; ſo wird die Längenverbindung eine unverſchiebliche und die Unterſtützung der Pfette eine nicht weniger zuverläſſige ſein als die durch gewöhnliche Büge, welche zwar unter die Mitte geſetzt ſind, aber auch zugleich, wegen der nöthigen tief eingreifenden Zapfen, die Pfette verſchwächen.

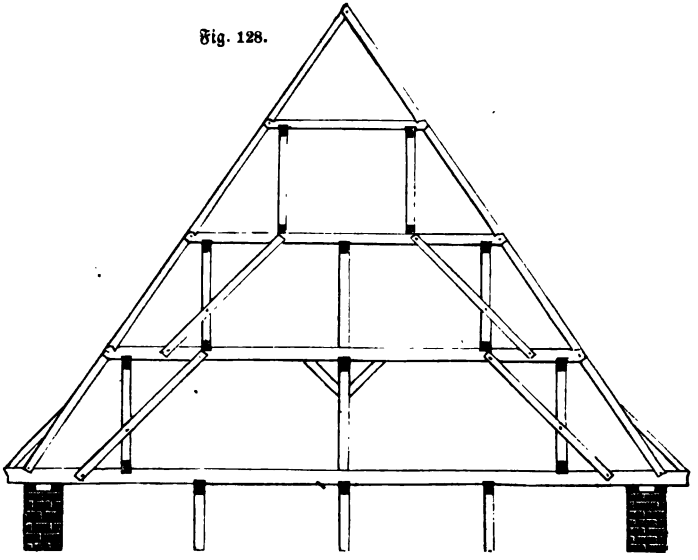
Fig. 127.



Der ſtehende Dachſtuhl mit Kehlgebälke unterſcheidet ſich von dem vorher beſchriebenen ſtehenden Dachſtuhle ohne Kehlgebälke dadurch, daß zur Benutzung des obern Dachraumes im Dachraume ſelbſt ein Gebälke, welches Kehlgebälke heißt, eingelegt iſt. Die Unterſtützung der Sparren geht hier nach Fig. 124 von den Kehlbalken aus, und die von den Bundpfoſten unmittelbar geſtützten Pfetten liegen unter den Kehlbalken und werden dadurch zu Wandpfetten. Die Verbindung der Sparren mit den Bundbalken wäre unter ſonſt gleichen Umſtänden dieſelbe wie bei dem vorigen Dachſtuhle, und es iſt nur hier zur Beleuchtung eines andern Falles angenommen, daß der

Bundbalken den Gesimsvorsprung bildet und der Sparren zunächst der Außenkante des Balkenkopfes aufgesetzt sei. Der Sparren sitzt nach Fig. 125 in der Mitte des Balkens, ist auf seine ganze Breite innen durch Versatzung rechtwinkelig aufgeklaut, und der Zapfen geht bis zur Vorderkante durch. Die Verbindung der Sparren mit den Kehlbalken weicht nach Fig. 126 von der üblichen Verzapfung, deren Festigkeit wieder nur von dem eingetriebenen Holznagel abhängt, darin ab, daß der Sparren innen mit rechtwinkeliger Versatzung in den Balken eingreift, und daß der Kehlbalken, welcher immer geringere Stärke als ein Hauptbalken hat, nur auf einer Seite mit schwalbenschwanzförmigem Blatt in einen schwachen Ausschnitt des Sparrens eingreift.

Fig. 128.

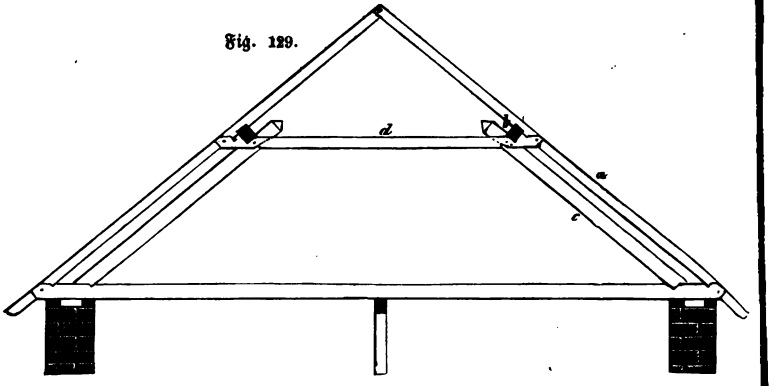


Bei dieser Verbindung wird die absolute Festigkeit des Holzes von beiden Verbandstücken in Anspruch genommen, so daß beide Hölzer reißen müßten, bevor eine Trennung möglich wäre, und der Holznagel dient nur zum festen Beischluß, als Sicherung gegen das Drehen der Hölzer an der Verbandstelle. Die Längenverbindung von den Pfosten nach der Pfette ist hier dieselbe wie bei dem vorigen Dachstuhle, kann aber bei langen Dächern, zumal wenn es Giebeldächer sind, noch dadurch zur größern Standfähigkeit der Pfosten erweitert werden, daß die Zangenbüge nach Fig. 127 abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung über die Pfosten hinaus verlängert und durch Versatzung und Ueberblattung mit der Schwelle, welche, zur gleichmäßigen Vertheilung der Last auf das Hauptgebälke, unter den Bundpfosten nach der

ganzen Länge des Daches geführt ist, verbunden werden. In diesem Falle zeigt sich der Vorzug überblatteter Zangenbüge vor den bündig unterseßten angezapften Bügen so klar, daß wir sie fernerhin überall, wo Büge bei Dachwerken, bei welchen die bündige Bearbeitung durchaus nicht bedingt ist, vorkommen, als die zweckentsprechendste Verbindung glauben annehmen zu dürfen, und daß wir somit einer weitern Erwähnung derselben überhoben sind.

Zur bessern Querverspannung sind in Fig. 124 noch Büge von den Bundpfosten nach dem Bundkehlbalken angenommen.

Fig. 129.

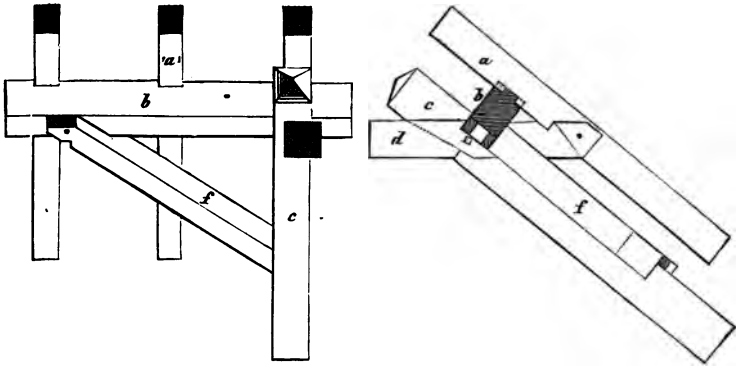


Unter doppelten, dreifachen ꝛc. stehenden Dachstühlen sind solche zu verstehen, bei welchen in der Höhe des Dachwerkes zwei, drei oder noch mehr Bundpfosten über einander vorkommen. Derartige überaus hohe Dachwerke können, wenn sie überhaupt noch zur Ausführung kommen, nur bei solchen Gebäuden Anwendung finden, bei welchen das Dachgebälke von Grund aus, wo möglich unmittelbar unter den stehenden Bundwänden, ausreichend unterstützt werden kann. Fig. 128 giebt einen dreifachen stehenden Dachstuhl, bei welchem nur die Querverbindung angegeben ist. Durch Zangenbüge, welche bei bedeutender Spannweite doppelt über die Pfosten greifen, wird vom Hauptdachgebälke aus das erste Kehlgebälke, von diesem, durch eben solche Zangen, das zweite Kehlgebälke und von letztem aus das dritte Kehlgebälke unterstützt, und dadurch die Belastung der oberen Gebälke auf die darunter befindlichen übertragen. In den einzelnen Verbänden wiederholt sich das darüber in den zwei vorigen Beispielen Angeführte.

b. Der liegende Dachstuhl unterscheidet sich von dem stehenden Dachstuhle dadurch, daß zur Unterstützung der Dachpfetten keine senkrechten Pfosten, welche das Dachgebälke nach innen belasten, angebracht sind, sondern daß von den Balkenenden aus, schräg gegen die Pfette, die Stützpfosten unter *die Pfette greifen* und durch ein dazwischen gespanntes Holz in ihrer Stellung

erhalten werden. Nehmen wir wieder einen einfach liegenden Dachstuhl als Beispiel an, so haben wir zu unterscheiden, ob der Dachraum im Innern frei bleiben oder ein Kehlgebälke erhalten soll. In Fig. 129 ist ein einfach liegender Dachstuhl ohne Kehlgebälke dargestellt, bei welchem der zur Unterstützung der Pfette *b* angebrachte Pfosten *c* parallel mit dem Sparren *a* und nur so weit von diesem nach innen gesetzt ist, daß zwischen beiden Hölzern die Pfette aufgenommen werden kann. Der Spannriegel *d* liegt unter der Pfette, doch so, daß die Pfette in denselben, welcher, als Zange über den Pfosten *c* verlängert, zugleich den Sparren faßt, noch eingreift. Bei dieser in Fig. 130

Fig. 130.

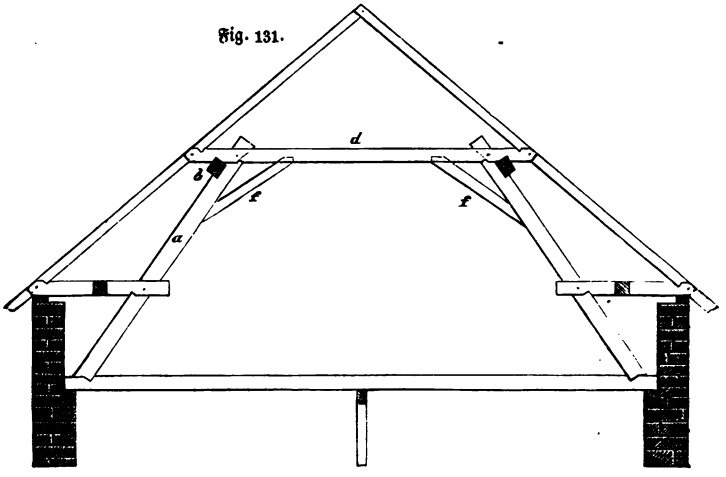


in größerem Maßstabe gegebenen Verbindung wird durch den, über den liegenden Bundpfosten hinaus verlängerten Spannriegel ein unverschiebliches Dreieck abgeschlossen, welches auf die Unterstützung nur einen senkrechten Druck äußert, und die, in den unteren Dreieckswinkeln von drei Hölzern fest eingeschlossene Pfette hat eine unveränderliche Auflage, und verbindet zugleich durch das Uebergreifen die darunter liegende Zange (den Spannriegel) mit dem Pfosten und Sparren zu einem fest zusammenhängenden Ganzen. Zur Längenverbindung sind vom Pfosten nach der Pfette Zangenbüge angebracht, welche mit den vortretenden schwalbenschwanzförmigen Blättern auf der Rückseite vor dem Pfosten und auf der vordern Seite vor der Pfette vorstehen.

Der liegende Dachstuhl mit Kehlgebälke weicht darin von dem ähnlichen Dachstuhle ohne Kehlgebälke ab, daß die Sparren auf den Kehlbalken aufsitzen, und daß die Bundpfosten zur Unterstützung der unter den Kehlbalken angebrachten Wandpfetten dienen. Da die Kehlgebälke eine ausgedehntere Benutzung des Dachraumes zum Zwecke haben, so ist in der Darstellung eines solchen Dachstuhles Fig. 131 zugleich ein Kniestock angenommen. Da hier die Pfetten die Belastung des Kehlgebälkes sammt der

Last der Bedachung auf den liegenden Bundpfosten übertragen, so ist eine größere Stärke der Bundpfosten, sowie eine wirksamere Verspannung derselben nöthig als bei dem vorher betrachteten liegenden Dachstuhle ohne Kehlgebälke. Wäre der Pfosten ein senkrecht stehender, so würde er als vierkantiger Pfosten die größte Tragfähigkeit haben, wenn der Querschnitt desselben ein Quadrat bildete; da er aber hier unter einem Winkel geneigt zu unterstützen hat, so wird er in demselben Verhältniß, als der Winkel, welchen er gegen den Balken einschließt, kleiner wird, höher als breit genommen werden müssen, damit er gegen das Einbiegen gesichert ist. Als Anhalt zur Berechnung der Stärke von Pfosten im Verhältniß der zu unterstützenden Belastung möge hier erwähnt werden, daß ein Pfosten von gleichem Querschnitt in dem Verhältnisse weniger Tragfähigkeit hat, als er länger wird. Rondelet giebt

Fig. 131.

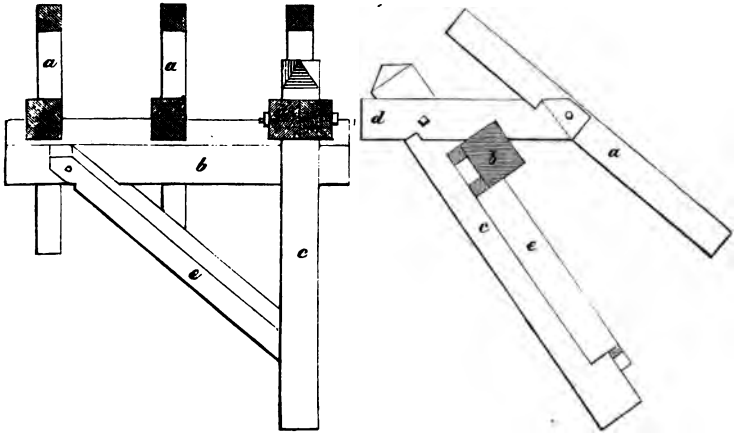


als Resultat sehr ausgedehnter Versuche über die Festigkeit der Hölzer gegen das Zerdrücken die Regel, daß es gerathen sei, einem Pfosten von Eichen- oder Kiefernholz, von einer Höhe, gleich dem Zehnfachen der Grundfläche, nicht mehr Last als 48 Kilogramm auf den Quadratcentimeter Querschnitt, und von einer Höhe, gleich dem Funfzehnfachen der Grundfläche, nicht mehr Last als 38 Kilogramm auf den Quadratcentimeter zuzumuthen. Daß bei der Bestimmung der Stärke eines liegenden Bundpfostens zugleich auf die Verschwächung desselben durch die unterhalb der Pfette vorkommenden Verbindungen Rücksicht genommen werden muß, kann hier nicht unerwähnt bleiben.

Gehen wir nun zu den Verbindungen an dem in Fig. 131 dargestellten Dachstuhle über, so haben wir zuerst die in Fig. 132 gegebene Verbindung *des Bundpfostens* mit dem Spannriegel und der Pfette, als die für die Festig-

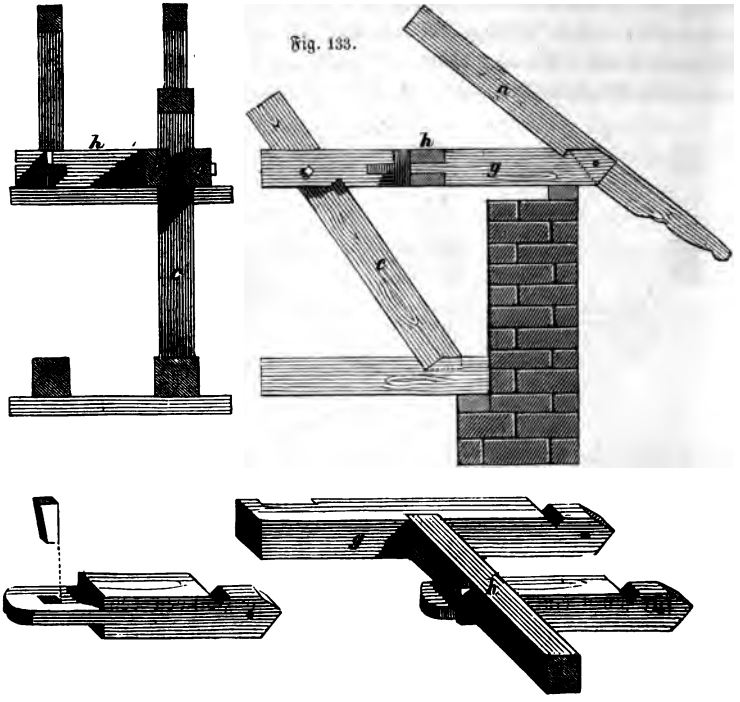
keit des Dachstuhles wichtigste, zu betrachten. Die Pfette *b* ist auf den Pfosten *c* gekämmt, und wird durch untergreifende überblattete Zangenbüge auf ihrer Unterlage erhalten und nach der Länge unterstützt und verspannt. Der Spannriegel *d* besteht aus zwei Hölzern, welche entweder dicht zusammen oder in geringer Entfernung, etwa ein Viertel der Breite des Bundpfostens, von einander gelegt, in den Pfosten, an der Unterkante im rechten Winkel gegen den Pfosten versetzt, eingreifen und, bis zur Außenkante der Sparren *a* verlängert, über den Pfosten geblattet und durch die bereits bekannte Versatzung mit schwalbenschwanzförmigem Blatt, auch mit dem Sparren *a* verbunden sind. Zur Auflage der Spannriegel oder Bundzangen *d*, welche hier zugleich als Kehlbalken dienen, ist die Pfette *b* auf die Breite der Zangen horizontal ausgeschnitten, und ein ähnlicher Ausschnitt befindet sich in der

Fig. 132.



Pfette für jeden einzelnen Kehlbalken, während sie zwischen den Balken ihre ganze Stärke behält und so die richtige Lage der Balken sichert. Zur Querverspannung geht nach Fig. 131 vom Bundpfosten aus ein auf seine ganze Breite versetzter Bug *f* gegen die Bundzangen *dd* mit einem durch den Zwischenraum beider Zangen gehenden Scherenzapfen, welcher mit den Zangen vernagelt wird. Bei dieser Verbindung bilden wieder die Hölzer ein unverschiebliches Ganzes, und der Seitenschub der Sparren ist durch den festen horizontalen Abschluß der Sparren in einen senkrechten Druck verwandelt. Wie bei dem Bunde die verlängerten Spannriegel, so greifen auch die Zwischenkehlbalken als Zangen über die Sparren hinaus, und haben, auf einer Seite mit dem Sparren bündig, dieselbe Versatzung, so daß alle Sparrenpaare mit den Kehlbalken ein unverschiebliches Dreieck bilden. Der Wege

Bundpfoſten iſt als Strebe zu betrachten; es wird alſo deſſen Eingreifen zunächſt dem Ende des Hauptbundbalkens nach dem darüber bei den Sprengwänden Erwähnten zu behandeln ſein. Es bleibt ſonach nur noch übrig, die Verbindung des Knieſtockgebälkes in Betrachtung zu ziehen. Nehmen wir an, daß die Sparren oberhalb des Kehlgebälkes keinen Seitenſchub äußern können, ſo wird doch immerhin noch, wegen der unvermeidlichen Senkungen des Kehlgebälkes, ein Seitenſchub der Sparren auf das Kehlgebälke angenommen werden müſſen. Es iſt deshalb, nach Fig. 133, durch zwei über



den Bundpfoſten *c* hinaus verlängerte und mit dem Bundpfoſten ſchwach überblattete Zangenbalken *g* das Knieſtockgebälke mit zu dem Bunde gezogen. In dieſe Zangenbalken auf bereits bekannte Art verſetzte Wechſelbalken *h* nehmen die Stichbalken auf, welche hier mit durchgehenden Blattzapfen und innen vorgetriebenem Keile mit dem Wechſelbalken feſt verbunden ſind.

Die Verbindung der Stichbalken mit dem Wechſelbalken kann auch ohne die Verlängerung des Blattzapfens über die Hinterſeite des Wechſelbalkens *hinaus auf gleich* wirkſame Weiſe dadurch hergeſtellt werden, daß der bis

zur Hinterseite des Wechselbalkens durchgehende Zapfen im halben Schwalbenschwanze bearbeitet und durch einen seitlich eingetriebenen Holzkeil an die entsprechend schräg bearbeitete Seite des Zapfenloches fest angeschlossen wird.

Bei dem doppelten oder mehrfach über einander liegenden Dachstuhle bleiben die Verbindungen dieselben, wie bei dem einfach liegenden; doch tritt dabei zuweilen der Fall ein, daß bei großer Entfernung der Bundpfetten die Kehlbalken noch einer Unterstützung in der Mitte bedürfen. Zu dem Ende wird nach Fig. 134 ein zweiter Spannriegel in solcher Entfernung von den Kehlbalken eingelegt, daß darauf das zur Unterstützung der Kehlbalken erforderliche Längenholz, welches Brustriegel genannt wird, eingelegt werden kann. Dieser untere Spannriegel wird nun vom Bundpfosten aus durch Büge unterstützt, am sichersten durch doppelte Zangenbüge, welche, über den untern Spannriegel verlängert, bis unter den obern, hier ebenfalls als doppelte Zange angenommenen Spannriegel geführt werden.

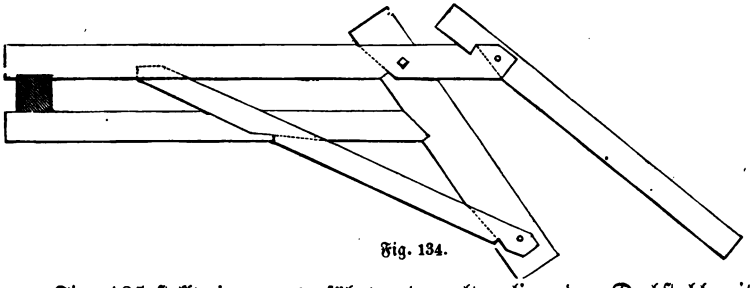
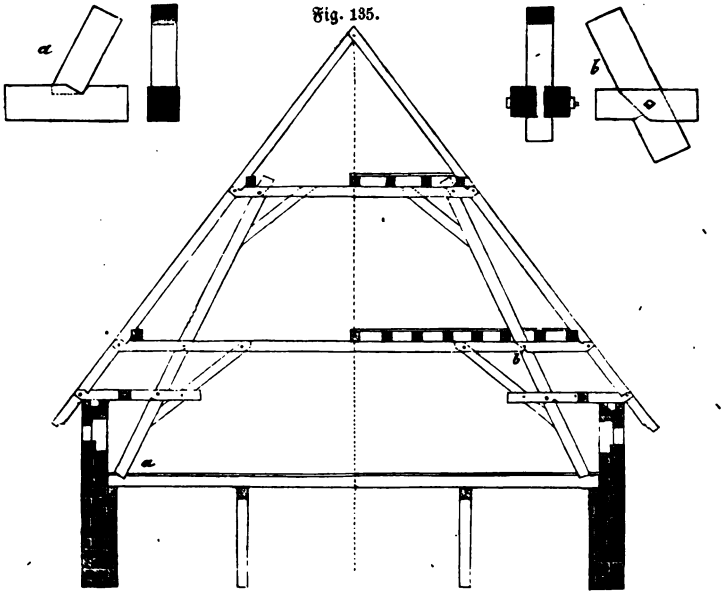


Fig. 134.

Fig. 135 stellt einen ausgeführten doppelten liegenden Dachstuhl mit Kniestock dar, bei welchem der Bund so construirt ist, daß der Dachraum verschieden, und zwar entweder auf die ganze Höhe des Dachwerkes frei als Trockenboden, oder in drei Abtheilungen als Lagerraum benutzt werden kann. Die liegenden Bundpfosten gehen bis unter die obere Dachpfette aus einem Stücke durch und sind, zur Unterstützung der Dachpfetten und um ihre Stellung zu sichern, von doppelten Bandzungen umschlossen, welche, über die Pfosten verlängert, die Sparren fassen. Von den Bundpfosten aus sind Büge unter die doppelten Bundzangen gesetzt und mit diesen durch einen vernagelten Scherenzapfen verbunden. Das Kniestockgebälke ist, wie im vorigen Beispiele angegeben, durch doppelte Zangenbalken an den Bundpfosten befestigt. Die Bundconstruction entspricht also dem liegenden Dachstuhl ohne Kehlgebälke, und hindert eine freie Benutzung des Dachraumes auf die ganze Höhe nicht. Zur Benutzung des Dachraumes als Lager- oder Schüttboden werden parallel mit den Dachpfetten, also nach entgegengesetzter Richtung der Hauptdachbalken, Kehlbalken eingelegt, welchen die Bundzangen, die hier *als Durchzüge* zu betrachten sind, zur Unterstützung dienen.

Lag der Conſtruction des in dem vorigen Beiſpiele beſprochenen doppelten liegenden Dachſtuhles die Bedingung zu Grunde, daß der Dachraum ſowol mit als auch ohne Kehlgebälke benutzbar ſein ſollte, ſo geben wir nun in den Fig. 136 und 137 ein weiteres Beiſpiel von einem liegenden Dachſtuhle, welcher als Ueberdachung eines Rindviehſtalles ſo hergeſtellt werden mußte, daß der innerhalb des Knieſtocks der Umfangsmauern und im Dache ſelbſt befindliche Raum möglichſt frei blieb, um das Futter bis unter den Firſt des Daches aufpanſen zu können.

Fig. 135.



Der Querſchnitt Fig. 137, ſowie der Längeſchnitt auf Bundweite Fig. 136, ſind auf die ganze Höhe des Stallgebäudes angenommen, um daraus nicht nur die Conſtruction eines Dachbundes, ſondern auch die Anordnung des Hauptgebälkes erſehen zu können. Das Hauptgebälk dieſes Stallgebäudes weicht nämlich von der ſonſt üblichen Anordnung von Gebälken darin ab, daß die eigentlichen Balken *a*, welche die Decke des Stallraumes bilden, nicht ſenkrecht gegen die Langſeiten des Gebäudes gerichtet, ſondern parallel mit dieſen Seiten gelegt ſind. Nur die Bundbalken *b* liegen quer und ſenkrecht gegen die Langſeiten, und bilden ſo die Unterzüge, auf welchen die Längebalken ihr Auflager erhalten. Dieſe Anordnung war dadurch bedingt, daß das Gebälke ſammt allen zur Unterſtützung deſſelben *n Conſtructionstheilen* nur allein aus Eichenholz beſtehen ſollte.

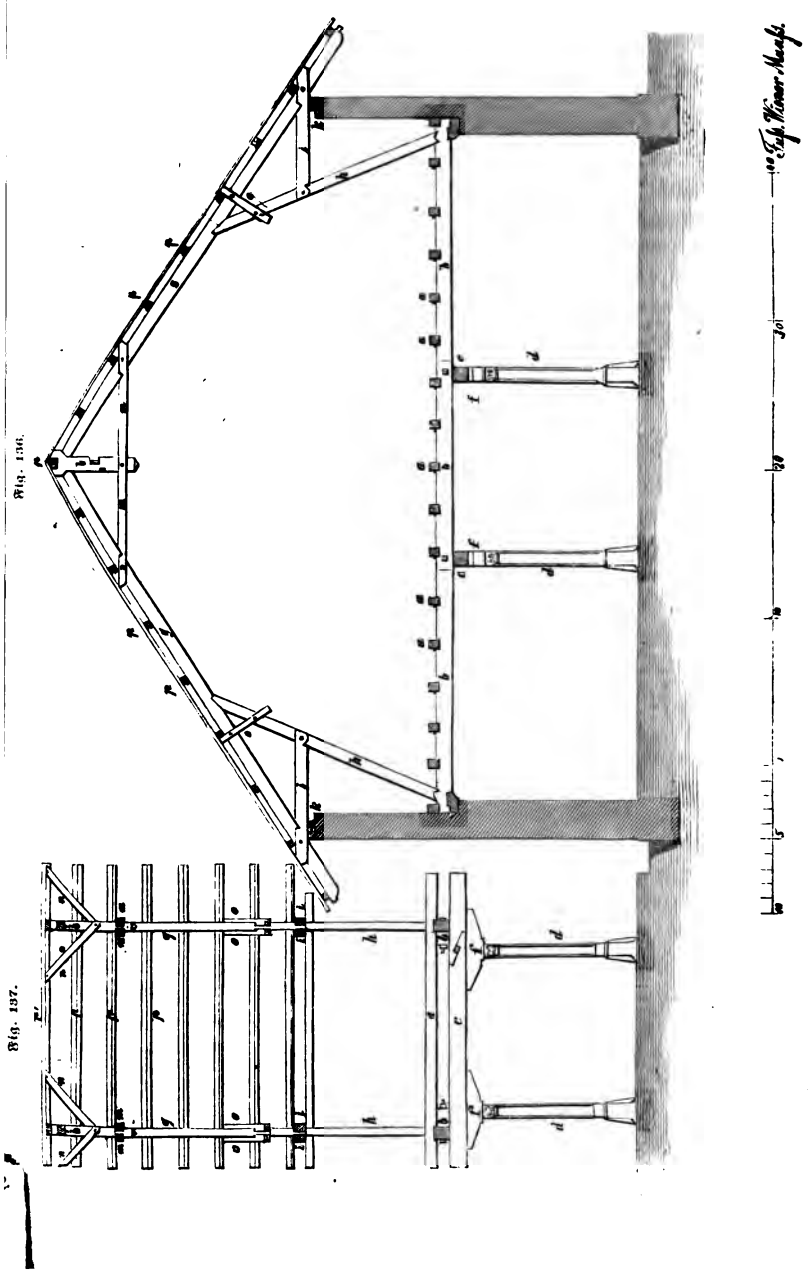


Fig. 136.

Fig. 137.

Die eichenen Bundbalken, welche zwischen den Auflagern an beiden Enden eine Länge von 44 Fuß Wiener Maß haben mußten, bedurften bei der in Aussicht genommenen Belastung einer zweimaligen Unterstützung, und konnten aus einem Stamme nicht hergestellt werden. Dadurch nun, daß zur Unterstützung der Bundbalken der ganzen Länge des Baues nach zwei Durchzüge *CC* gelegt wurden, war es möglich, die Bundbalken *b* aus drei Stücken zusammenzusetzen und zugleich die directe Unterstützung des Gebälkes durch Säulen *d* von Eichenholz, ohne Nachtheil an anderen Stellen, als senkrecht unter den Bundbalken, anbringen zu können. Die Durchzüge *c*, welche ihrer Länge nach aus mehreren Theilen von ungleicher Länge bestehen, sind durch das schräge Hakenblatt an den Stößen verbunden. Zur Sicherung dieser Längenverbindung der Durchzüge *c* sind zwischen diesen und den Säulen *d* die Hülfsträger *f*, sogenannte Schirrbalken, angebracht, welche beiderseits über die Stoßverbindung des Durchzuges hinausreichen und dadurch die Stirnenden desselben wirksam unterstützen.

Gehen wir auf die Betrachtung des Dachbundes über, so muß voraus bemerkt werden, daß auch zur Construction des Dachwerkes vorzugsweise Eichenholz Anwendung finden und daß nur zu denjenigen Verbandstücken Floßtannenholz verwendet werden sollte, wozu das Eichenholz einestheils in den erforderlichen Längen nicht vorhanden, anderntheils aber wegen seines größern specifischen Gewichts und des seltener vorkommenden geraden Wuchses nicht wohl geeignet ist.

Es mußte sonach die Verwendung des Floßtannenholzes auf diejenigen Theile der Dachconstruction beschränkt werden, welche vorzugsweise als belastend zu betrachten sind. Dies führte zu der in den Fig. 136 und 137 dargestellten Construction eines Pfettendaches, bei welchem nur die Dachpfetten *p*, welche die Dachsparren ersetzen, und die zur Unterstützung und Auflager der Dachpfetten dienenden Bundstreben *g* aus Floßtannenholz bestehen.

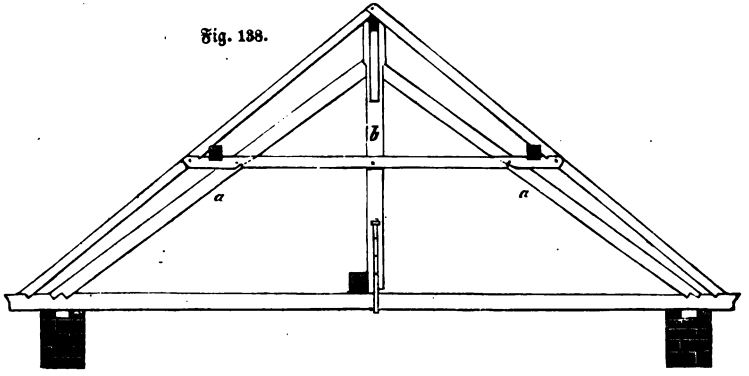
Die liegenden Bundpfosten *h*, welche von den unterstützten Enden der Bundbalken *b* bis zu $^1/_3$ der Länge der Bundstreben *g* angesetzt sind, werden durch doppelte horizontale Bundzangen *i i*, die auf den Mauerbänken *k* der Umfangsmauern ruhen, und durch weitere ebenfalls doppelte Zängelchen *o*, welche in geringer Entfernung von dem Ansatze des Kopfes von den liegenden Bundsäulen *h* und den Bundstreben *g* normal gegen die letzteren geführt sind, mit diesen Bundstreben zu einem unverschieblichen Ganzen verbunden. Die oberen Enden der Bundstreben sind mit normalen Schnittflächen an eine Hängesäule *l* angesetzt, auf welcher die Firstpfette *p* ihr Auflager erhält, und welche, abwärts verlängert, durch doppelte horizontale Zangen *m m* mit den beiden Bundstreben *g g* zu einem unverschieblichen Ganzen verbunden ist.

Stellen die horizontalen Dachpfetten *p p* schon durch Ueberkämmung mit den Bundstreben *g* eine beinahe ausreichende Längenverbindung der Dachbünde

her, so wird diese Längenverbindung noch weiter dadurch verstärkt, daß von den Hängesäulen *l* aus beiderseits Zangenbüge über die Firstpfetten *p* greifen.

Durch die Verknüpfung der Bundstreben, am obern Theile auf $^1/_3$ ihrer Länge mit der Hängesäule, und am untern Theile auf $^1/_3$ der Länge mit den zugleich unterstützenden liegenden Bundpfosten, war es möglich, die Bundstreben in der geringen Holzstärke von 7 und 8 Zollen mit vollkommener Sicherheit gegen deren Einbiegen anwenden zu können. Die geringe Entfernung der Bünde von einander, welche 13 Fuß beträgt, gestattete zugleich für die Dachpfetten die geringe Stärke von 4 und 6 Zollen, so daß wol bei dieser Dach-Construction die möglichste Holzersparniß erreicht ist.

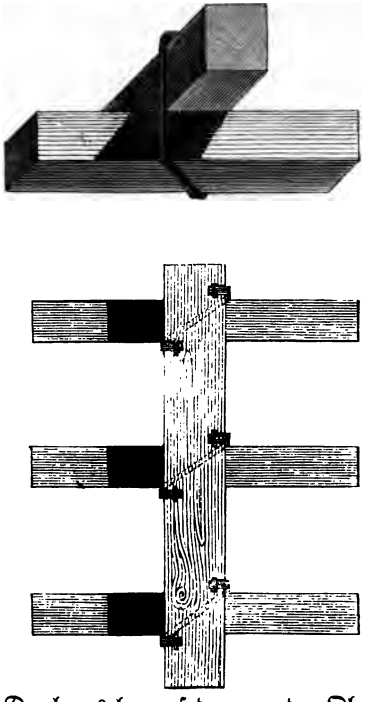
Fig. 138.



c. Hängewerke sind über ununterstützten Gebälken angebrachte Dachstühle, bei welchen durch die Construction des Dachstuhles die Last des Gebälkes vom Dachraum aus getragen wird. Das einfache Hängewerk, bei welchem nur ein einmaliges Aufhängen der Dachbalken erforderlich ist, besteht aus dem einfachen Bock, bei welchem nach Fig. 138 von den unterstützten Enden des Dachbalkens zwei Streben *aa* gegen einen senkrechten Pfosten *b* gesetzt sind, welcher, da er nun nicht mehr ohne Nachgeben der Streben sich abwärts senken kann, als aufgehängt zu betrachten ist, und deshalb die Benennung Hängesäule erhält. Die Verbindung der Strebe mit der Hängesäule am Kopfe und an dem Fuße mit dem Balken geht aus dem in dem Abschnitt über die Sprengwände Angeführten zur Genüge hervor. Die Hängesäule wird bis unter die Sparren geführt und trägt die Firstpfette, welche sowol zur Unterstützung der Sparren, als auch dazu dient, durch Büge, welche von der Hängesäule aus nach der Pfette angesetzt werden, die nöthige Längenverbindung herzustellen. Die zur Unterstützung der Sparren nöthigen Dachpfetten ruhen auf Doppelzangen, welche, über die Sparren-Streben und die Hängesäule gelegt und mit diesen Verbandstücken ve

Ueberblattung verbunden, die Streben durch Abknüpfung in kürzere Theile verſtärken und zugleich durch Abſchluß eines unverſchieblichen Dreiecks den Seitenſchub vermindern. Es iſt hier das übliche Aufhängen eines unterhalb dem Bundbalken befindlichen Durchzuges vermieden, und es iſt das Hängeeiſen von der Hängeſäule aus um den Bundbalken gelegt, ſo daß der Durchzug neben der Hängeſäule auf dem Bundbalken ruht. Auf dieſe Weiſe wird die volle Tragfähigkeit ſowol des Bundbalkens als des Durchzuges erhalten, und der Durchzug kann aus einzelnen Balken beſtehen, welche nicht geſtoßen zu werden brauchen, ſondern von Bund zu Bund abwechſelnd auf die linke oder rechte Seite der Hängeſäule gelegt werden können. Hierbei können die Durchzüge auf der ganzen Breite des Bundbalkens ruhen, ja über denſelben hinaus verlängert werden. Die Entfernung der Bünde wird bei Hängewerken hauptſächlich durch die Tragfähigkeit der Durchzüge, an welche die Balken durch Eiſenbänder oder Schrauben in der Zwiſchenweite der Bünde aufgehängt werden, bedingt, und iſt deshalb jede Verſchwächung der Durchzüge ſorgfältig zu vermeiden. Demnach ſind Schrauben, welche durch den Durchzug und den darunter befindlichen Balken gebohrt werden, immer nachtheilig. Schwache Eiſenbänder, welche nach Fig. 139 bei der Ueberkreuzung diagonal unter dem Balken durchgehen, an den Balken ſeitlich anſchließen und, durch Drehung in ſenkrechter Richtung fortgeführt, ſich an die Seiten des Durchzugs legen, ſodann an der Oberkante des Durchzugs rechtwinkelig umgebogen und auf der Oberfläche derſelben durch Krampen, welche vor einen erhöhten Rand der Umbiegung eingetrieben werden, befeſtigt, ſtellen die Verbindung der Balken mit dem Durchzuge am zweckmäßigſten her. Die Eiſenbänder ſind um ſo mehr den üblichen Schrauben vorzuziehen, weil ſie zugleich weniger koſtſpielig ſind. Bei der Schraube trägt nur das Schraubengewinde, ſie muß deshalb ſtark genommen werden; bei dem erwähnten Eiſenband ſteht die Tragfähigkeit im Verhältniſſe des ganzen Querſchnitts und

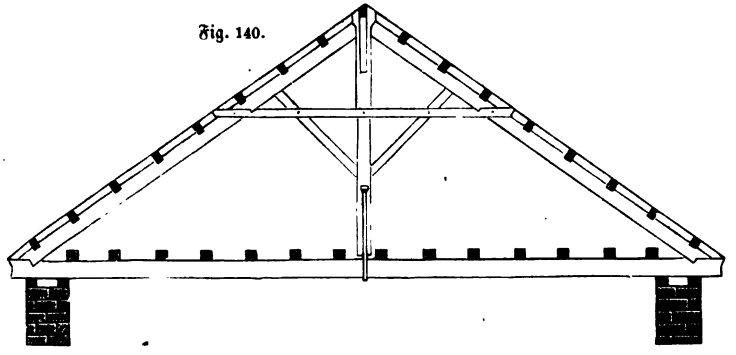
Fig. 139.



ist im geringsten Fall durchschnittlich zu 100 Centner auf den Quadratzoll Querschnitt anzunehmen.

Wird das einfache Hängewerk bei Pfettendächern, welche zur Unterstützung und Befestigung des Deckmaterials statt der, auf den Balkenenden aufgesetzten und in einer senkrechten Ebene liegenden Sparrenpaare, horizontale Deckpfetten haben, angewendet, so dienen die beiden Streben zugleich zur Auflage der Deckpfetten. Fig. 140 stellt ein solches Pfettendach mit einfachem Hängewerk dar, bei welchem der Bundbalken die Stelle des Durchzugs vertritt, über welchem die Balken nach entgegengesetzter Richtung liegen. Da der Bundbalken an beiden Enden fest eingespannt wird, so ist er ein vollkommener Spannbalken, und hat als solcher schon mindestens die doppelte Tragfähigkeit eines gleich starken und langen Balkens, welcher an den Enden aufliegt, aber nicht angespannt ist. Wird nun die Belastung, wie hier, durch eine gleichmäßige Vertheilung der darüber gelegten Balken auf die ganze Länge

Fig. 140.



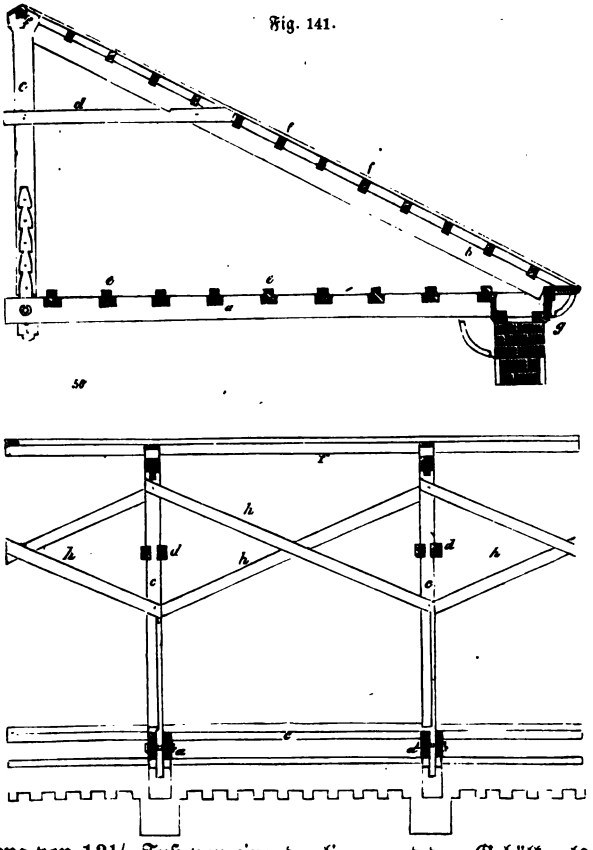
vertheilt, so wirkt diese Last nur zur Hälfte auf die Mitte, und daraus ergiebt sich, daß, bei gleichmäßig auf seine Länge vertheilter Belastung, der Spannbalken des Fig. 140 dargestellten Dachwerkes ohne weitere Verstärkung die vierfache Tragfähigkeit eines gleich starken und langen Balkens hat, welcher frei aufliegt und in der Mitte belastet ist.

Bei der Ausführung eines solchen Pfettendaches mit einfachem Hängewerk war der Verfasser bemüht, bei der Construction das Eisen ganz entbehrlich zu machen und zu allen Verbindungen nur Holz zu verwenden, und wie ihm dies gelungen, möge aus der Beschreibung dieser Dachconstruction hervorgehen. Da die bei der Ausführung einer Construction angewendeten Holzstärken zur Beurtheilung derselben den allein richtigen Anhalt bieten, so sei es mir gestattet, diese Maße, zur Vermeidung von Bruchtheilen, in dem der Ausführung zu Grunde gelegten Großherzoglich Hessischen Maße anzugeben. Zum Vergleiche mit anderen Maßen diene, daß vier

Großh. Heſſiſche Decimalfuß genau die Länge des Meters haben, und Heſſiſche Zolle gleich ſind einem Decimeter.

Das in Fig. 141 im Querſchnitt und zugleich im Längendurchſ auf Bundweite dargeſtellte Dachwerk hat bei einer Breite von 58 Fuß Höhe von $15\frac{1}{2}$ Fuß. Das Gebälke von 50 Fuß lichter Weite ruh Umfangsmauern von $2\frac{1}{2}$ Fuß Stärke. Die Bundbalken *a*, welche auf

Fig. 141.



Entfernung von $13\frac{1}{2}$ Fuß von einander liegen und dem Gebälke als Du zug zur Unterſtützung dienen, ſind 10 Zoll breit und 13 Zoll hoch. Bundſtreben *b* von $30\frac{1}{2}$ Fuß Länge zwiſchen den Stützpunkten ſind 6 breit und 10 Zoll hoch. Die Hängeſäulen *c* von Eichenholz ſind an oberhalb des Anſatzes der Streben in der Breite verſtärkten Kopfe 14 breit, 6 Zoll dick, unterhalb des Anſatzes 10 Zoll breit, 6 Zoll dick.

über die Streben und die Hängesäule geführten Doppelzangen *d* sind 5 Zoll breit, 7 Zoll hoch. Die über die Bundbalken gestreckten Längebalken *e* haben 7 Zoll im Quadrat, sind aber auf die Hälfte ihrer Höhe auf beiden Seiten oben 1 Zoll tief ausgearbeitet, so daß die Breite oben nur 5 Zoll beträgt. Die mit den Streben 1 Zoll überkämmten Deckpfetten *f* sind 4 Zoll breit, 6 Zoll hoch. Die Mauerlatten *g* von Eichenholz sind 6 Zoll breit, 4 Zoll hoch. Die zur Längenverspannung dienenden Kreuzbüge *h* haben, bei $15\frac{1}{2}$ Fuß Länge zwischen den Ansätzen, eine Stärke von 6 Zoll im Quadrat.

Fig. 142.

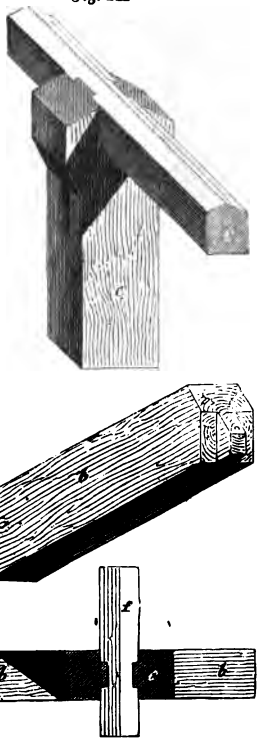
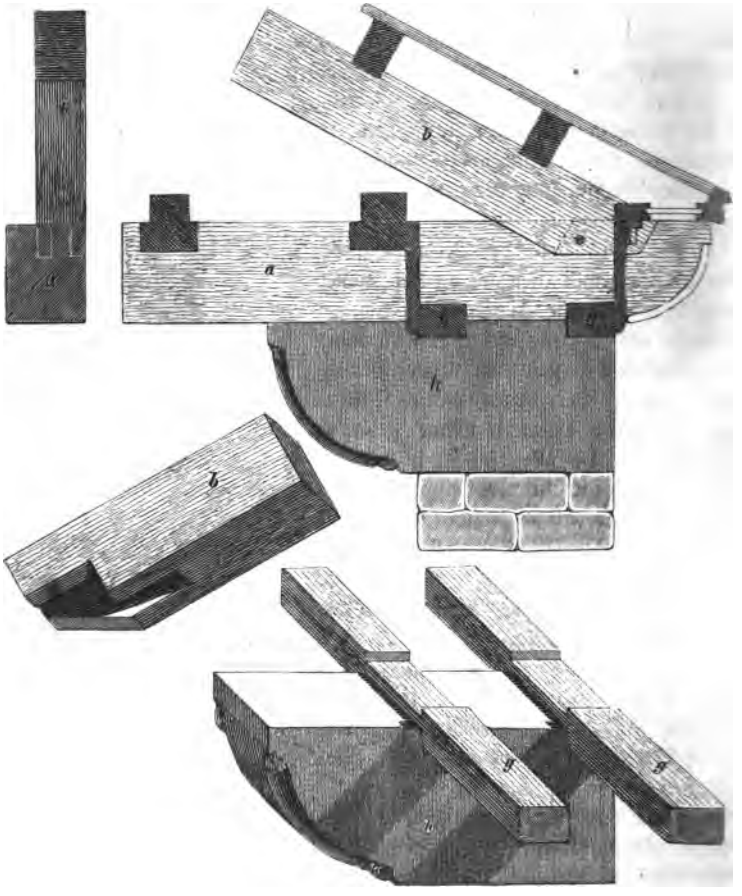


Fig. 142 giebt den Ansatz der Strebe *b* in die Hängesäule *c* in der Ansicht, und im Grundrisse die zur Längenverspannung angebrachte Einkämmung der von oben eingelegten Firstpfette *f*.

Fig. 143 stellt die Verbindung der Strebe mit dem Balken und die Ueberschneidung der, mehr zur Sicherung der richtigen Auflage des Balkens auf dem nach innen vortretenden Tragstein angebrachten Mauerlatten *g* dar. Der Balken liegt unmittelbar auf dem durch die ganze Mauer gehenden Tragsteine. Die Mauerlatten *g* sind mit dem Balken *a* und mit dem Tragsteine 1 Zoll überblattet, so daß sie zwischen Balken und Träger eine Stärke von 2 Zollen behalten, welche Stärke bei 6 Zoll Breite noch ausreichend ist zur Längenverankerung der Bundbalken und Träger. Die Doppelzangen *d*, bei $21\frac{1}{2}$ Fuß Länge 5 Zoll breit, 7 Zoll hoch, greifen in die Streben und die Hängesäule, welche Hölzer eine gleiche Breite von 6 Zoll haben, nur einen Zoll tief ein, so daß nach Fig. 144 aus der Hängesäule nur an beiden Kanten, zur Aufnahme des schwalbenschwanzförmigen Einsatzes der, auf den Zug nach unten berechneten Ueberblattung der Zangen, ein schräger Einschnitt, oben 1 Zoll breit und tief und auf 7 Zoll Höhe nach unten auslaufend, nöthig ist. Bei diesen Anblattungen werden die Zangen durch Holznägel beigeschlossen, welche beiderseits durch eingetriebene Holzkeile zum festen Anschluß gebracht werden. Es sind zu dem Ende die Bohrlöcher der Zangen, durch Abreiben mit dem Hohlbohrer, nach der Richtung der

Längefaſern dieſer Hölzer erweitert. Die Strebe behält ebenfalls ihre ganze Breite, und erhält nach Fig. 145 nach innen auf beiden Seiten eine ſchräge Verſatzung von 1 Zoll Breite, welche oben als Haken $1^1/_2$ Zoll tief in die Zange eingreift.

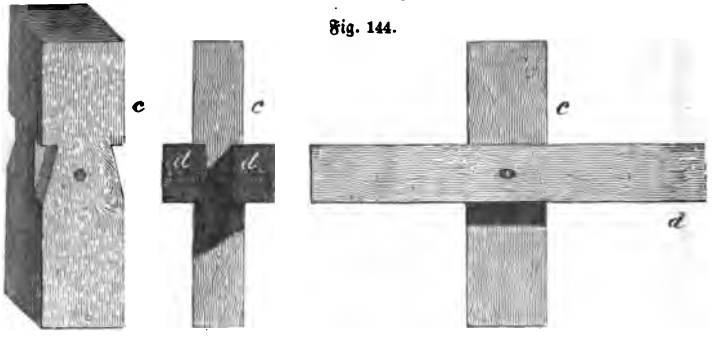
Fig. 143.



Konnte nach dieſen Verbindungen der zum Tragen beſtimmte Theil des Hängewerkes als ein feſt zuſammenhängendes Ganzes betrachtet werden, ſo blieb nur noch die Verbindung der Hängeſäule mit dem Bundbalken übrig, und es fragte ſich, welche Belaſtung dieſes Glied des Hängewerkes zu tragen hatte. Der Bundbalken von Weißtannenholz, deſſen Tragweite durch

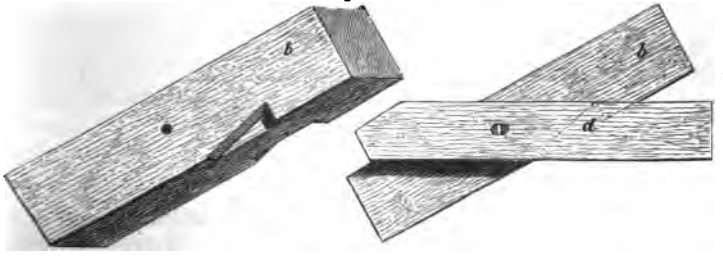
die untergelegten Tragsteine auf 47 Fuß eingeschränkt wurde, hatte allein für sich, bei gleichmäßiger Vertheilung der Last auf seine ganze Länge, schon eine Tragfähigkeit, nach der in dem Abschnitte über die Balkenlagen angegebenen Formel $P = 8n \frac{bh^2}{l} - bhlq$ berechnet, wobei n zu 220 angenommen wurde, von $6^1/_2$ Centner bei zehnfacher Sicherheit. Die Belastung für den einzelnen Bund, durch das darüber liegende Gebälke, mit Hinzurechnung

Fig. 144.



einer zufälligen Belastung durch das Begehen, wurde zu $36^1/_2$ Centnern angenommen. Von dieser Belastung die Tragfähigkeit des Balkens in Abzug gebracht, blieb noch eine Belastung von 30 Centnern übrig, welche durch eine ausreichend starke Verbindung auf die Hängesäule zu übertragen war.

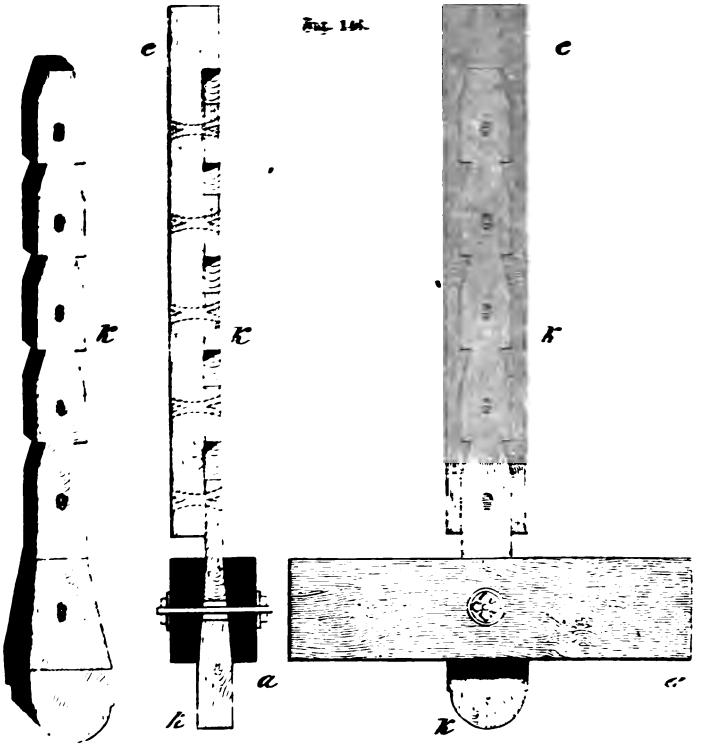
Fig. 145.



Da nun das Eichenholz eine absolute Festigkeit von 180 Centnern hat, oder, mit anderen Worten, da man einem Eichenholzstabe von 1 Quadratzoll Querschnitt eine Belastung von 180 Centnern nach der Richtung der Längefasern anhängen kann, bevor er reißt, und da der Widerstand genau im Verhältniß des Querschnittes zunimmt, so würde, zur Sicherheit nur den zehnten Theil der zum Reißen erforderlichen Belastung angenommen, zum Aufhängen obiger Last von 30 Centnern schon ein Eichenholzstab von 2 Quadratzoll im Querschnitt mehr als hinreichend gewesen sein.

Hiernach kann der Zweckmäßigkeit halber, auch zum Aufhängen kein Eiſen zu verwenden und dazu Eichenholz zu nehmen. Auf welche Weiſe die Verbindung der Hängeſäule mit dem Bundbalken vermittelſt eines Stabes von Eichenholz hergeſtellt wurde, giebt die Darſtellung in Fig. 146.

Fig. 146.



Zur Aufnahme des Hängeſtabes *k* iſt der Bundbalken *a* genau in der Mitte ſo durchlocht, daß die oben 6 Zoll lange, 2 Zoll breite Oeffnung ſich nach vier Seiten, und zwar nach unten bis zu 10 Zoll Länge und 4 Zoll Breite, erweitert. Der durch dieſe Oeffnung von unten durchgeſteckte Hängeſtab *k* hat, ſoweit er zur Verbindung mit dem Balken beſtimmt iſt, genau die Stärke, daß er an den Seitenflächen des durch den Balken geſtemmten Loches feſt anſchließt, bildet ſonach einen nach vier Seiten nach unten verſtärkten Keil, und tritt unten, nach der größten Querſchnittfläche des Keils ſenkrecht verlängert, vor. Der Hängeſtab bildet über den Balken hinausreichend eine 6 Fuß lange Schiene, gleichmäßig 6 Zoll breit, 2 Zoll dick, und

es sind darin auf beiden Seiten, 15 Zoll von der Unterkante der Hängesäule anfangend, vier Zähne, 1 Zoll tief, eingeschnitten, deren Entfernungen von einander bei jeder einzelnen Schiene von der Beschaffenheit des zur Schiene verwendeten Holzes abhängig gemacht wurden, indem man den Einschnitt da anbrachte, wo die Verschlingung der Holzfasern oberhalb des Einschnittes zur Annahme eines größern Widerstandes gegen das Absprengen des Zahnes berechtigte. Diese Holzschiene wurde nun, nachdem der Balken in der Mitte $1^1/_2$ Zoll gehoben war, genau auf die Hängesäule gezeichnet, indem die Schiene auf der Hängesäule lag, und nach dieser Vorzeichnung wurde die Hängesäule 2 Zoll tief genau so ausgestemmt, daß die Schiene eingetrieben werden konnte. Aus dieser Verbindung erklärt es sich, daß nach Fig. 143 die Streben *b* auf einer Seite bündig mit dem Bundbalken *a* aufgesetzt werden mußten, weil es nur durch diese Anordnung möglich war, den vierseitigen Keil des Hängestabes *k* in der Mitte des Bundbalkens, und den obern durch eingreifende Zähne mit der Hängesäule verbundenen Theil desselben nur so tief in die Hängesäule einzusetzen, als es nach der Stärke von 2 Zoll nöthig war. War nun der Hängestab *k* in die Hängesäule eingesetzt und durch das Herablassen des Bundbalkens *a* belastet, so blieb nur noch übrig, den Hängestab in festem Anschluß mit der Hängesäule *c* zu erhalten und den Bundbalken *a* dagegen zu sichern, daß er nicht seiner Länge nach von dem nach oben wirkenden Keil aufgesprengt werde. Der feste Anschluß an die Hängesäule wurde durch Holznägel mit auf beiden Seiten nach der Richtung der Längefasern beider Hölzer eingetriebenen Keilen hergestellt, und zur Sicherung des Bundbalkens gegen die trennende Wirkung des Keils wurde, vor dem Niederlassen des Balkens, derselbe vermittelst einer Schraube mit starkem Kopf und Mutter fest zusammengepreßt. Diese genau in der Mitte des Keils durchgehende Schraube durfte eine, durch Eintrocknen und Zusammenpressen etwa eintretende Bewegung des Keils nach oben nicht hindern, und es wurde zu dem Ende das Bohrloch des Keils nach unten als Schlitz erweitert, wie etwa zur Aufnahme eines Bolzens erforderlich gewesen wäre.

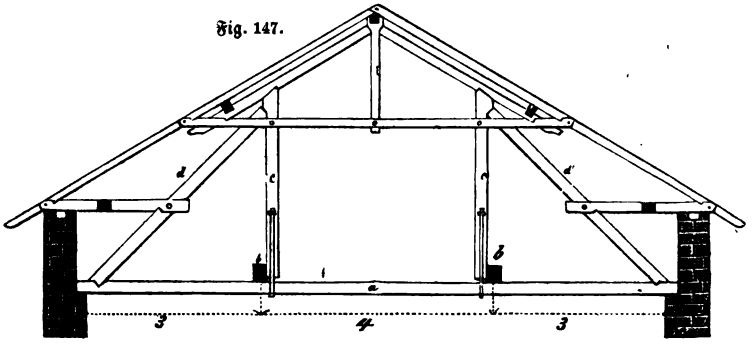
An einem genau nach der vorhergehenden Beschreibung dieses Dachstuhles in dem zehnten Theile der natürlichen Größe angefertigten Modelle wurden Versuche angestellt. Nachdem sich ergeben, daß eine Belastung von 5 Centnern auch nicht die geringste Veränderung an dem schwächsten Theile des Hängewerkes, den Zähnen des Hängestabes, hervorbrachte, so waren alle Zweifel beseitigt, und es kann nun diese bewährte Verbindung des Bundbalkens mit der Hängesäule vermittelst einer Hängeschiene von Eichenholz zur Anwendung bei gering belasteten und aufzuhängenden Gebälken mit allem Recht empfohlen werden.

Gehen wir nun in der Betrachtung der Hängewerke weiter, so werden

wir die bereits bei dem einfachen Hängewerke beſprochenen Verbindungen als bekannt übergehen können, und nur das von dem Bekannten weſentlich Abweichende zu erörtern haben. Iſt eine zweimalige Unterſtützung des aufzuhängenden Gebälkes erforderlich, ſo ergeben ſich für das Hängewerk zwei Hängeſäulen, und es wird in der Regel der ſogenannte doppelte Bock angewendet, bei welchem die Hängeſäulen an der Stelle, wo die Streben anſetzen, durch einen Spannriegel in gleicher Entfernung auseinandergehalten werden. Derartige Hängewerke mit zwei Säulen werden, zur Unterſcheidung von den einfachen Hängewerken mit einer Säule, doppelte Hängewerke genannt.

In dem Fig. 147 gegebenen doppelten Hängewerke haben wir, zur Vermeidung unnützer Wiederholungen, angenommen, daß das zu überdachende Gebäude einen Knieſtock habe, und daß zur Unterſtützung der Sparren eine Dachpfette in der Mitte, ſowie eine Firſtpfette angebracht werden müſſe.

Fig. 147.



Es wird bei dieſem Hängewerke zunächſt zu beſtimmen ſein, an welchen Stellen die Balkenunterſtützung am zweckmäßigſten hergeſtellt werde. Der Bundbalken ſelbſt wird durch das Anſetzen der Streben an beiden Enden ein vollkommener Spannbalken, und es würden, um ihm zwiſchen den Stützpunkten eine gleiche Tragfähigkeit zu geben, die Unterſtützungen in gleichen Entfernungen anzubringen, ſonach hier der Balken der Länge nach in drei gleiche Theile zu theilen und an den Theilungspunkten zu unterſtützen ſein.

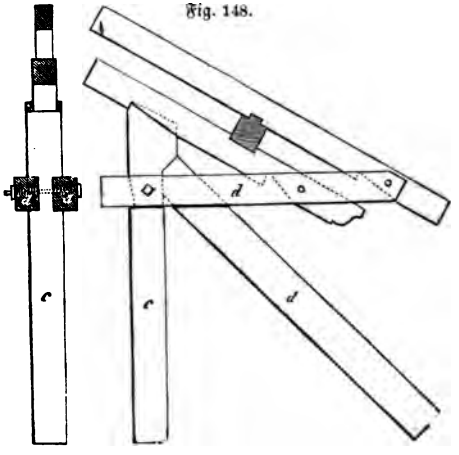
Bei Hängewerken über durchgehenden Gebälken muß aber weniger Rückſicht auf die Unterſtützung des Bundbalkens, als vielmehr darauf genommen werden, daß die Zwiſchenbalken, welche durch das Aufhängen von den Durchzügen aus, noch keineswegs zu Spannbalken werden, zwiſchen den Unterſtützungspunkten eine annähernd gleiche Tragfähigkeit haben. Der mittlere Theil dieſer Balken iſt als Spannbalken zu betrachten, während die beiden Endtheile nur nach einer Seite geſpannt ſind, an ihrem Ende aber ohne Anſpannung frei aufliegen. Da nun die Tragfähigkeit eines an beiden

Enden gespannten Balkens zu der Tragfähigkeit eines an einem Ende gespannten, an dem andern Ende aber freiliegenden Balkens sich verhält wie 4 zu 3, so ergiebt sich daraus ganz einfach, daß wir darnach bei dem doppelten Hängewerke die Unterstützungspunkte zu bestimmen haben. Theilen wir die ganze Länge des Balkens zwischen der Auflage an den Enden in zehn gleiche Theile, und legen die Durchzüge von der Endunterstützung drei solcher Theile entfernt, so wird er an dieser Stelle den Anforderungen gleicher Tragfähigkeit der zwischen den Unterstützungspunkten liegenden Balkenstücke, annähernd entsprechen, indem die Längen der Balkenstücke im Verhältniß der ihnen zukommenden Tragfähigkeit stehen.

Ist so die Lage der Durchzüge *b* bestimmt, so werden die Hängesäulen *c*, welche hier aus dem bereits angeführten Grunde durch Hängeeisen mit dem Bundbalken *a* in Verbindung gebracht sind, unmittelbar neben den Durchzug nach innen aufgestellt, um die bei dem Spannbalken unzweckmäßige größere Spannweite zu mindern. Die Bundstreben *d* werden nun unter so steilem Winkel von den unterstützten Enden des Bundbalkens gegen die Hängesäulen gesetzt, als es die Höhe des Dachraumes und die nöthige Festigkeit des Verbandes gestattet.

In unserem Beispiele Fig. 147 ist zur Unterstützung der Firstpfette noch ein leichtes Hängewerk angebracht, bei welchem die Streben zugleich die Dachpfette aufnehmen, und es dienen nach Fig. 148 die unteren Hauptsäulen *c* zugleich als Stützen für die Streben des obern einfachen Hängewerkes. Die Spannriegel greifen als Doppelzangen über die Hängesäulen, Streben und Sparren weg, und stellen so die unverschiebliche Knotenverbindung her, welche dem ganzen Verbande eine Festigkeit und Unveränderlichkeit giebt, die auf andere Weise mit den, dem Zimmermann zu Gebote stehenden Mitteln nicht zu erreichen ist.

Fig. 148.



Das in den Fig. 149 bis 153 dargestellte doppelte Hängewerk mit Kehlgebälke wurde von dem Verfasser als Bedachung eines Fabrikgebäudes ausgeführt, und der gestellten Anforderung entsprechend so construirt, daß der innere Raum des für Ziegel-

eindeckung vorgesehenen hohen Dachwerkes in möglichst ausgedehnter Weise zum Lagern von Sämereien benutzt werden kann. Um das Hauptgebälke ungehindert benutzen zu können, mußten die Durchzüge *a*, wie aus dem Querschnitt Fig. 149 und aus dem Längenschnitt Fig. 150 zu ersehen, unterhalb der Hauptbalken *b* angebracht werden, so daß demnach diese Balken auf den Unterzügen ruhen und keiner weiteren Befestigung mit denselben bedurften. Die Streben *c* des doppelten Bockes sind unter einem halben rechten Winkel gegen die Hängesäulen *d* gesetzt und schließen an dem, nach oben verstärkten Kopfe der letzteren rechtwinkelig an. Die zu einem Bocke gehörigen zwei Hängesäulen *d* werden in ihrer senkrechten Stellung erhalten und gegenseitig verspannt durch zwei Zangen *e e*, Fig. 151 und 152, welche durch eine Versatzung zwischen die Hängesäulen eingespannt, zugleich aber auch beiderseits über die Hängesäulen hinaus verlängert und durch geeignete Ueberblattung mit den Streben *c* und den Bundsparren *t* durch Holznägel verbunden sind, während sie mit den Hängesäulen *d* an den Kreuzungsstellen eine wirksamere Verbindung durch Schraubenbolzen erhalten. Der Fuß der Bundstreben *c* ist nach Fig. 153 auf der inneren Seite, um welche die Drehung erfolgen müßte, wenn eine Senkung der Hängesäulen einträte, auf seine ganze Breite rechtwinkelig auf den Bundbalken *b* geklaut, hat außerdem einen Mittelzapfen zur Sicherung gegen seitliches Ausweichen und an der Hinterkante eine schwache Versatzung. Die Verbindungen der Sparren, einerseits mit den Hauptbalken *b* und andererseits mit den Kehlbalken *g* in zweckentsprechenden Ueberplattungen bestehend, sind uns bereits bekannt. Zur Unterstützung des eingelegten Kehlgebälkes, dessen Balken *g* auf einer Seite bündig mit den Sparren angeordnet sind, wurden Pfetten *h* zwischen die Hängesäulen *d* eingespannt. Diese Pfetten sind mit den Hängesäulen durch schwache Versatzungen verbunden und von denselben nur durch Büge *i* unterstützt. Diese Büge bilden zugleich die erforderliche Längenverspannung des Dachwerkes. Zum Aufhängen der Unterzüge *a* sind bei jeder Hängesäule zwei Hängeeisen angebracht. Diese aus Flachstäben bestehenden Hängeeisen sind mit den Hängesäulen vermittelst durchgesteckter hochkantiger Flachstabbolzen und aufgenagelter Verkröpfung an der Oberkante befestigt, umschließen, ohne Verkröpfung abwärts verlängert, die Bundbalken *b* und gehen, von da weiter abwärts zu Rundstäben umgeschmiedet und an ihrem unteren Theile mit Schraubengewinde versehen, durch die Unterzüge. Die Schraubenenden stehen unter dem Durchzuge vor und werden durch starke Muttern angezogen, welche, wie aus Fig. 150 zu ersehen, auf einer gemeinsamen eisernen Unterlageplatte sitzen. Diese Unterlageplatten dienen zugleich zur Unterstützung der an den Aufhängestellen durch die Bohrlöcher geschwächten Unterzüge, und sind deshalb breiter und länger angefertigt, als es zum Anziehen der Schrauben nöthig gewesen wäre.

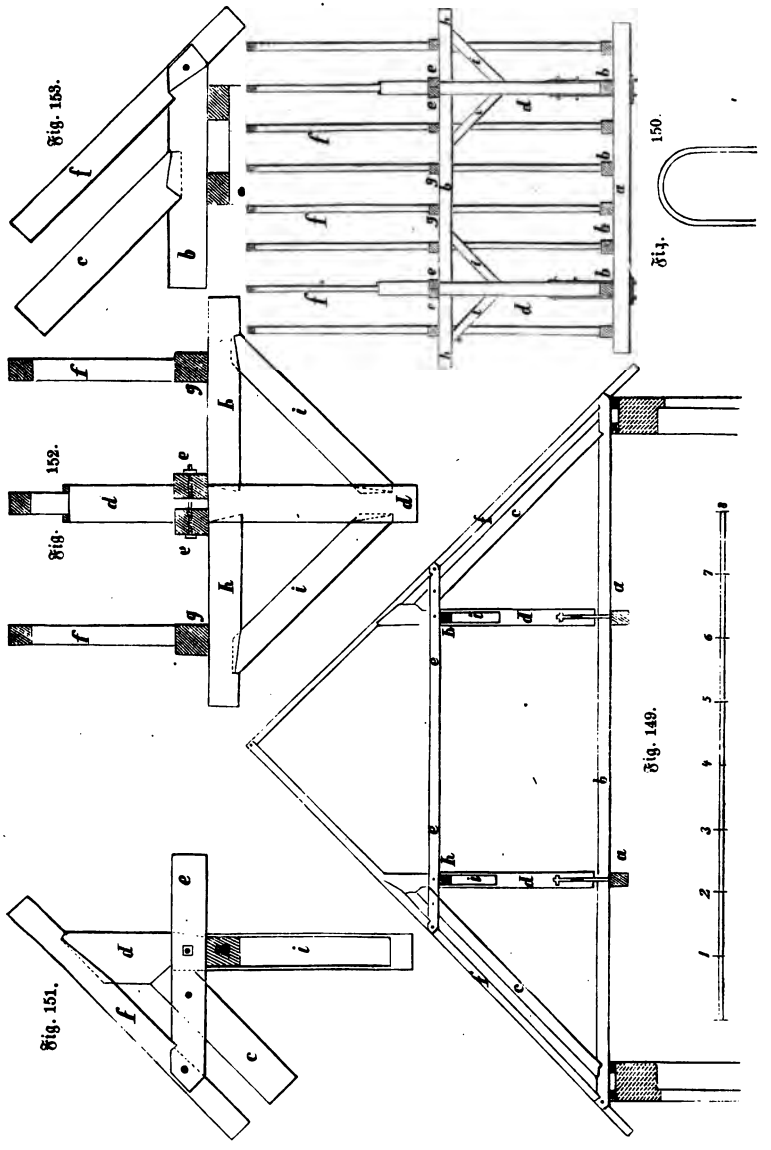
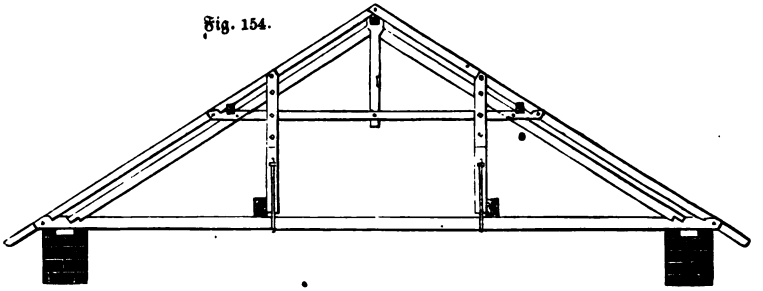


Fig. 149.
Fig. 150.
Fig. 151.
Fig. 152.
Fig. 153.

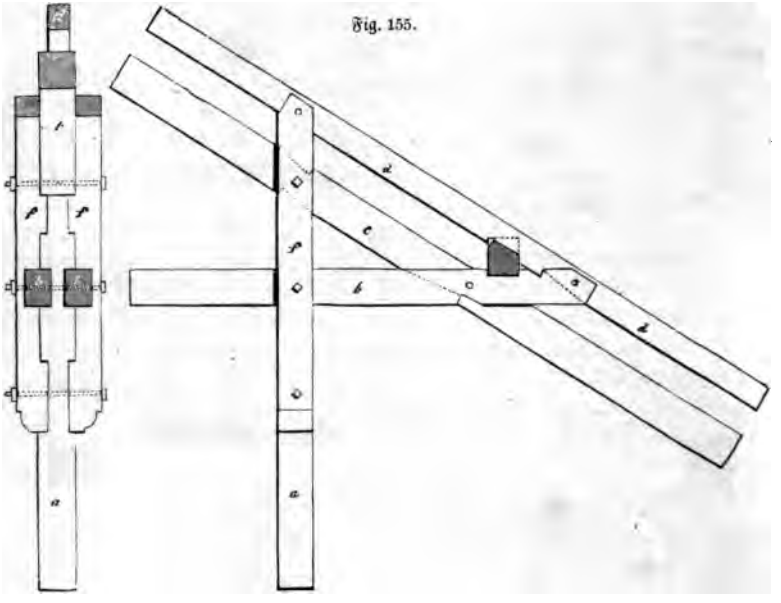
Fig. 154 stellt ein doppeltes Hängewerk über durchgehendem Dachgebälk dar, mit Firstpfette und einmaliger Unterstützung der Sparren durch eine Dachpfette. Die Bundstreben sind hier bis zur mittlern Hängesäule fortge-

Fig. 154.



führt, und in solcher Stärke angenommen, daß die zur Unterstützung des Dachgebälkes erforderlichen zwei Hängesäulen daran aufgehängt werden können. Ueber die stumpf unter der Strebe angesetzte Hängesäule *a* Fig. 155

Fig. 155.



sind zwei mit derselben verblattete Zangen *b* geführt, welche verlängert durch Ueberblattung mit der Strebe *c* und dem Sparren *d* verbunden sind. Ueber die horizontalen Zangen *b* greifen nun zwei durch Zähne in die Hängesäule *versetzte Hölzer f*, die wir Hülfshängesäulen nennen wollen, hinweg, und

stellen, durch Schrauben mit der Strebe, den Zangen und der Hängesäule zu einem Ganzen verbunden, eine Verknüpfung dieser Hölzer her, bei welcher eine Senkung abwärts nur dann eintreten könnte, wenn mit dem Einbiegen der Streben gleichzeitig das Brechen der angespannten Zangen stattfände.

Bei Dachwerken ohne Zwischengebälke, wo also nur die Bundbalken aufzuhängen sind, könnten doppelte Hängesäulen die Streben und Bundzangen umschließen und mit dem Bundbalken nach Fig. 156 verblattet und verschraubt werden.

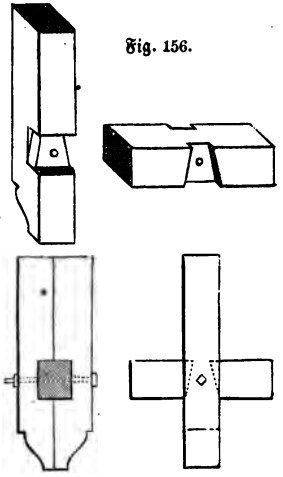
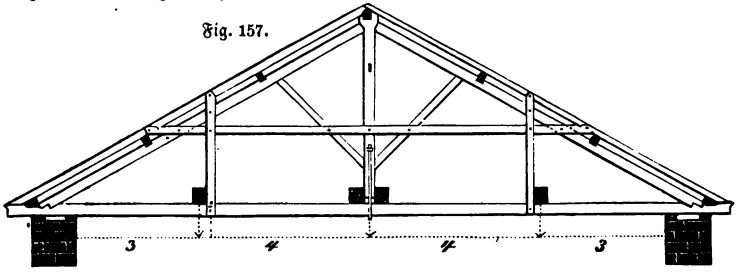


Fig. 156.

Ein dreifaches Hängewerk stellt Fig. 157 dar, bei welchem die in Fig. 154 gegebene Construction beibehalten werden könnte, mit der Vervollständigung jedoch, daß zur unmittelbaren Unterstützung zweier Dachpfetten die Bundstreben parallel mit den Sparren, und nur in solcher Entfernung von denselben angesetzt würden, daß dazwischen die Pfetten, im rechten Winkel eingelegt, Platz fänden, und daß ferner zur bessern Unterstützung der in bedeutender Länge angewendeten Streben und zugleich zur Verspannung der Bundzangen, vom untern Theile der mittlern Hängesäule aus, unter rechtem Winkel gegen die Streben, Gegenstreben angebracht würden.

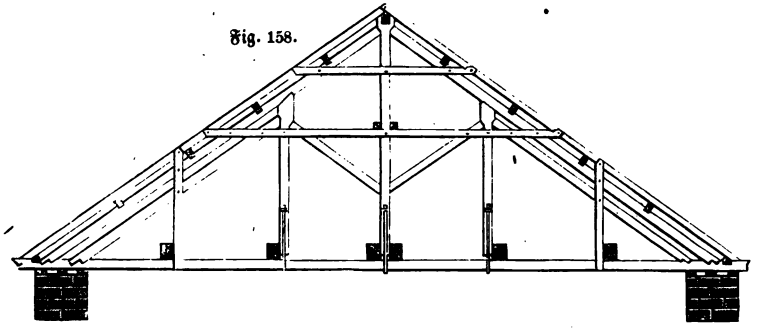
Fig. 157.



Bei Hängewerken von mehr als drei Hängesäulen bietet das Durchführen der äußersten Hauptstreben bis zu der, die Firstpfette unterstützenden mittlern Hängesäule die meiste Sicherheit gegen Einsenkungen dar, und möchte Fig. 158, welche ein fünffaches Hängewerk darstellt, bei dem Entwurfe zu größeren Hängewerken als Anhalt dienen. Die äußeren Hauptbundstreben gehen aus einem Stück bis zur mittlern Hängesäule, und werden unter der obersten Dachpfette durch Doppelzangen unter sich und mit der Hängesäule verspannt. Zwei kürzere Streben sitzen von der ersten so weit

nach innen zurück auf dem Bundbalken, als es die Unterstützung des Balkens gestattet, und gehen parallel mit den äußeren Hauptstreben nach den zweiten Hängesäulen, welche, wie die mittleren, einfach sind und, über den Strebeansatz hinaus verlängert, zugleich die Hauptstrebe unterstützen. Den zweiten Streben sind Gegenstreben gegeben, welche gegen die mittleren Hängesäulen stützen, und unterhalb der Strebenansätze werden die drei Hängesäulen mit ihren Streben sammt den Sparren durch zwei auf beiden Seiten überblattete Bundzangen zu einem unverschieblichen Ganzen verbunden. Die äußersten Hängesäulen sind doppelt und umschließen die vorgenannten Streben, sowie den Bundbalken, nach Fig. 156. Die Längenverspannung wird durch Zangenbüge von der mittlern Hängesäule nach der Firstpfette, sowie durch zwei Längeriegel, welche die unteren Zangen überschneiden und zugleich mit der mittlern Hängesäule verschraubt sind, hergestellt, kann aber auch aus Andreaskreuzen von der mittlern Hängesäule aus bestehen, sowie auch von der Dachschwelle aus ein System von Andreaskreuzen zwischen den Dachpfetten angebracht werden kann.

Fig. 158.



Das über die Hängewerke bisher Mitgetheilte hatte nur die Hängewerke über durchlaufenden Gebälken zum Gegenstande. Da nun aber auch nicht selten Hängewerke über unterbrochenen Gebälken zu construiren sind, so werden wir nicht umhin können, auch diese Gattung von Hängewerken in unsere Betrachtung mit aufzunehmen.

Bei diesen Hängewerken ist es hauptsächlich Aufgabe: die Dachsparren entweder so zu unterstützen und durch horizontale Zangen unter sich zu verbinden, daß der Seitenschub derselben in einen senkrechten Druck verwandelt wird, oder die Sparren im Bunde durch Zangen, welche von den unterbrochenen Balken aus, über die zur Unterstützung der Gespärre angebrachten Verbandstücke hinweg, nach den gegenüberstehenden Sparren geführt sind, *in der Weise unter* sich zu verbinden, daß der Seitenschub des einen Bund*sparren von dem* Seitenschub des gegenüberstehenden aufgehoben wird.

Fig. 159.

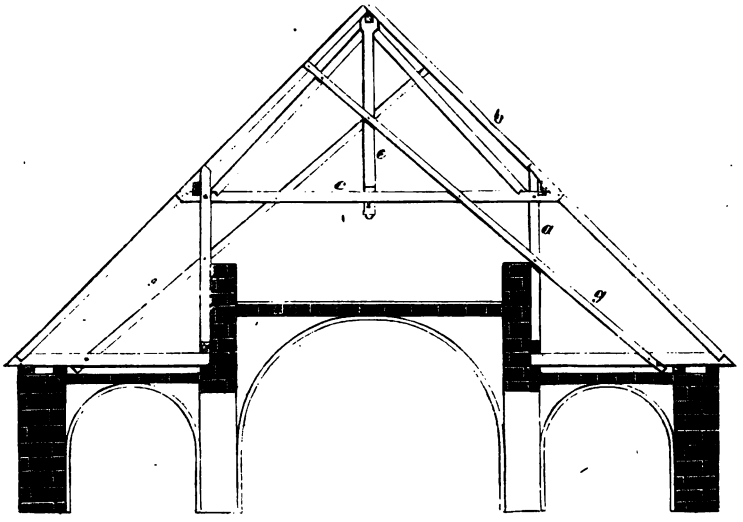


Fig. 160.

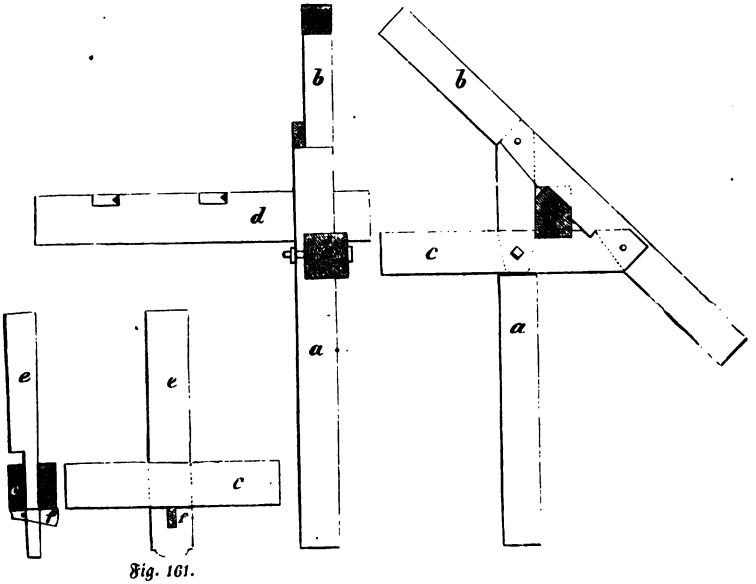


Fig. 161.

Eine Construction der letztern Art giebt der in Fig. 159 dargestellte Kirchendachstuhl. Zur Unterstützung der Dachpfetten ist ein stehender Bund von den inneren Balkenenden aus errichtet, bei welchem nach Fig. 160 die Bundpfosten *a* von einer die Sparren *b* fassenden Bundzange *c* in der Weise umschlossen sind, daß nach außen von diesen drei Verbandstücken ein Dreieck gebildet wird, groß genug, die Dachpfette *d*, mit der Zange und dem Sparren überkämmt, aufzunehmen. Von den Enden der Bundzangen sitzen zunächst dem Bundpfosten nach innen Streben an, welche die zur Unterstützung der Firstpfette erforderliche Hängesäule stützen. Diese Hängesäule, bis zur Bundzange abwärts geführt, ist mit dieser durch ein Eisenband verbunden, oder es wird nach Fig. 161 die Hängesäule mit einem Blattzapfen versehen, welcher, durch die Bundzange *c* hindurchgeführt, dieselbe unterhalb vermittelst eines durchgetriebenen Keiles *f* stützt. Der durchgetriebene Keil wird durch einen Holznagel festgehalten. Ist auf diese Weise durch den stehenden Bund und das darüber gesetzte einfache Hängewerk die Unterstützung der Sparren bewerkstelligt, so wird nun durch zwei Zangen *gg*, welche von den Balken aus über sämmtliche Verbandstücke hinweg nach den gegenüberstehenden Sparren geführt und mit diesen schwalbenschwanzförmig überblattet werden, der Seitenschub der Sparren vollständig aufgehoben. Die Längenverbindung des Dachwerkes wird durch Zangenbüge von der mittlern Hängesäule nach der Firstpfette, und durch Andreaskreuze von Bundpfosten zu Bundpfosten hergestellt.

Wir geben in Fig. 162 die Construction eines Hängewerkes über unterbrochenem Gebälke, bei welcher das bei Herstellung der Krahnen befolgte System zur Unterstützung der Hauptstrebe angewendet und dadurch die eine Dachhälfte von der gegenüber befindlichen andern völlig unabhängig gemacht ist. Das Gebälke ruht auf den Umfangsmauern und auf den ebenfalls massiven inneren Längemauern von solcher Stärke, daß über denselben eine mehrfache Unterstützung angebracht werden konnte.

Zur Unterstützung der auf der äußersten Kante der Balken angesetzten Sparren waren drei Dachpfetten erforderlich, und zur Längenverspannung eine Firstpfette und Dachschwellen angenommen, von welchen letzteren ein System von Andreaskreuzen, in diagonaler Richtung von Bund zu Bund bis zur obersten Dachpfette geführt, ausgeht. Zwei Hauptstreben sind parallel mit den Sparren und in der zur Aufnahme der Dachpfetten erforderlichen Entfernung von denselben bis zu der, zur Unterstützung der Firstpfette dienenden Hängesäule geführt. Zur Sicherung der Sparren und Streben gegen das Abweichen der Ansätze auf dem Balken und gegen das Verschieben des Balkens sind nach Fig. 163 senkrechte Doppelzangen darüber gelegt, *welche abwärts* verlängert an die Mauer anschließen und mit den genannten *drei Verbandstücken* verschraubt sind.

Fig. 162.

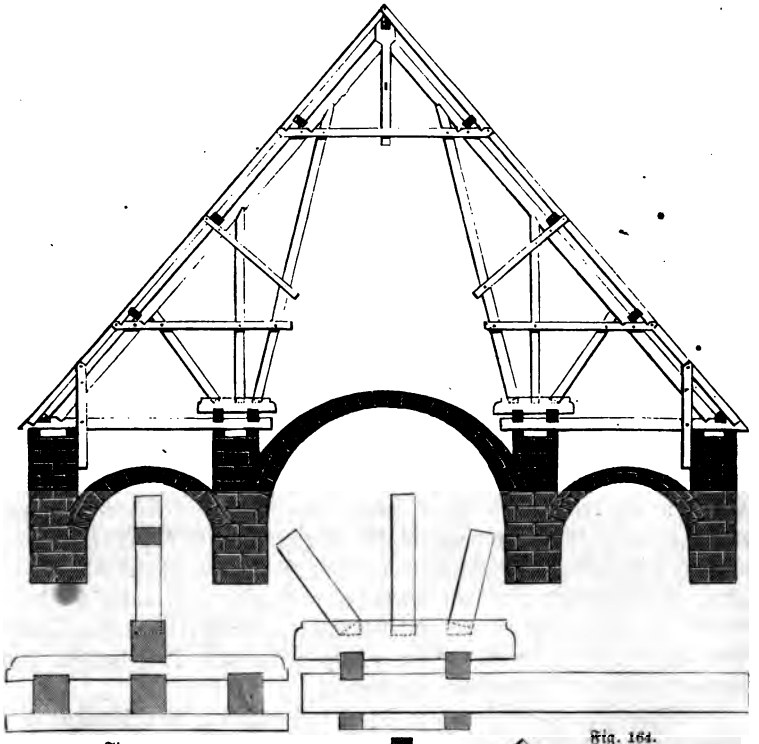


Fig. 164 b.

Fig. 164.

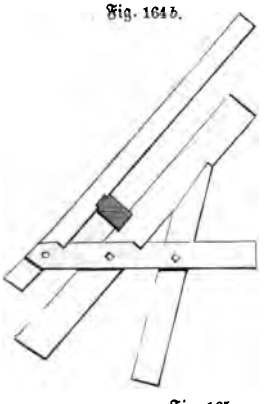
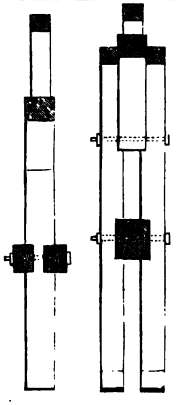


Fig. 165.



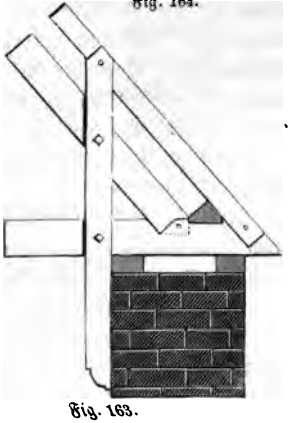


Fig. 163.

Zur Unterstützung der Hauptstreben gehen drei Streben von einer in Fig. 164 dargestellten kurzen Schwelle, einem sogenannten Schuhe von Eichenholz, aus, und sitzen, nach Fig. 165, oberhalb der entsprechenden Dachpfette an. Die vorgenannten Schuhe sitzen auf zwei Querschwellen, welche nach Fig. 164*b* von dem Bundbalken aus über die zwei nächsten Balken greifen und mit diesen überkämmt sind. Unter der obersten Pfette sind horizontale Doppelzangen über die sämmtlichen an diesem obern Theile des Bundes vorkommenden Verbandstücke geführt, und verbinden dieselben durch Ueberblattung und Schrauben zu einem unverschieblichen Ganzen. Der Seitenschub aller innerhalb dieses fest abgeschlossenen Dreiecks befindlichen Constructionstheile ist durch diese Zangenverbindung aufgehoben und in einen senkrechten Druck verwandelt. Da dieser senkrechte Druck sich hauptsächlich auf die inneren Unterstützungspfosten äußern mußte, so trat die Nothwendigkeit ein, diese Pfosten gegen jede Biegung sicherzustellen. Dies wurde dadurch erreicht, daß unter der mittlern Dachpfette Doppelzangen im rechten Winkel gegen den Sparren geführt und, über den in Rede stehenden Pfosten hinausgreifend, mit den in ihrer Richtung vorkommenden Verbandstücken, ähnlich wie in Fig. 165, verblattet und angeschraubt wurden. Durch diese Zangen wurde der doppelte Zweck erreicht, den innern Strebepfosten gegen jede Biegung zu sichern, und zugleich die entgegengesetzten Bestrebungen der mittleren und inneren Strebepfosten, durch ihre Verknüpfung unter sich, aufzuheben. Aus denselben Gründen wurde der noch mehr nach außen weichende Strebepfosten, welcher gegen die Hauptbundstrebe zunächst der untersten Dachpfette angebracht ist, durch darüber gelegte horizontale Doppelzangen mit den beiden inneren Strebepfosten verbunden.

d. Sprengwerke nennt man diejenigen Dachstühle, bei welchen zur Unterstützung der Gebälke und des Dachwerkes Streben von den Umfangsmauern oder Wänden unterhalb der Gebälke angebracht sind, oder solche Dachwerke, bei denen die Gebälke ganz wegfallen und die Unterstützung ausschließlich von den Umfangsmauern oder Wänden ausgeht. Zu den Dachwerken letzterer Art gehören auch die zur Ueberdachung weiter Räume angewendeten Bohlenconstructionen. In den meisten Fällen sind diese Sprengwerke zugleich Hängewerke.

Fig. 166 stellt ein einfaches Hängewerk mit Bundbalken dar, bei welchem durch Sprengbüge die Bundstreben auf $^1/_3$ ihrer Länge gestützt sind, und zugleich die Spannweite des Bundbalkens vermindert ist.

Auf Tragsteinen und darüber gelegten Schuhen von Eichenholz stehen nach Fig. 167 Doppelpfosten *a*, welche, bis zur Dachfläche fortgeführt, den Bundbalken *b*, die Streben *c* und die Sparren *d* umschließen und mit diesen verschraubt sind. Von diesen Pfosten aus sind die doppelten Sprengbüge *e*

Fig. 166.

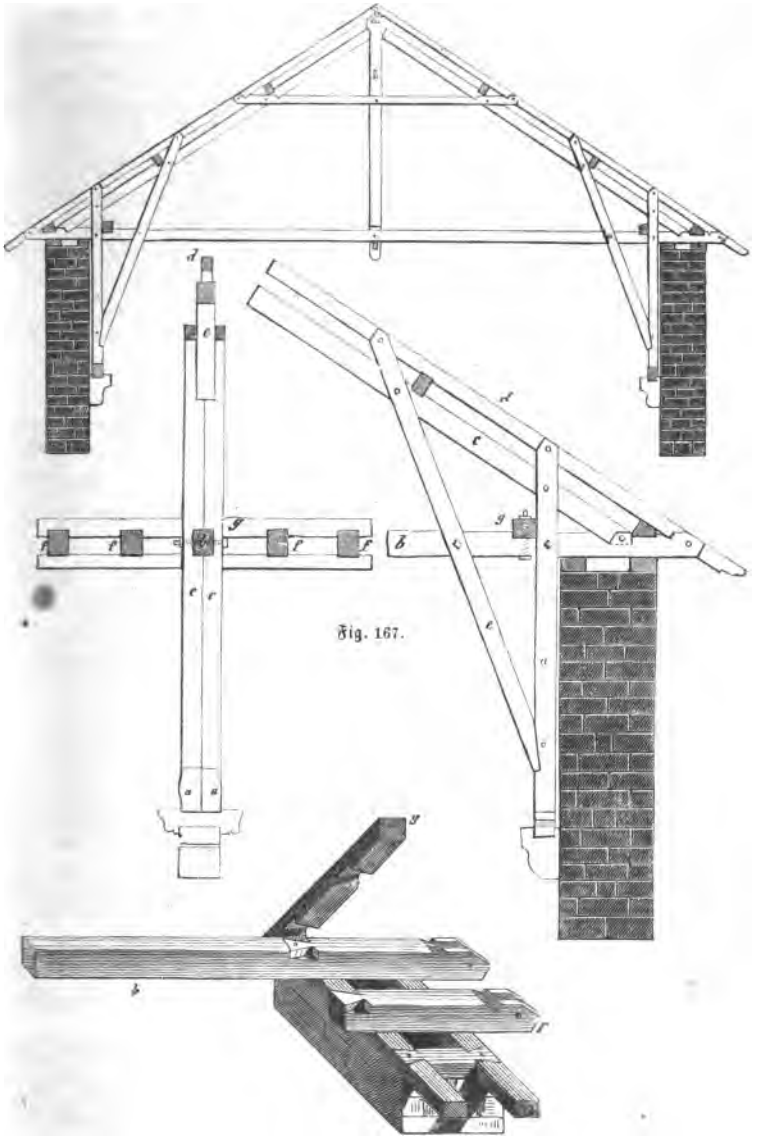


Fig. 167.

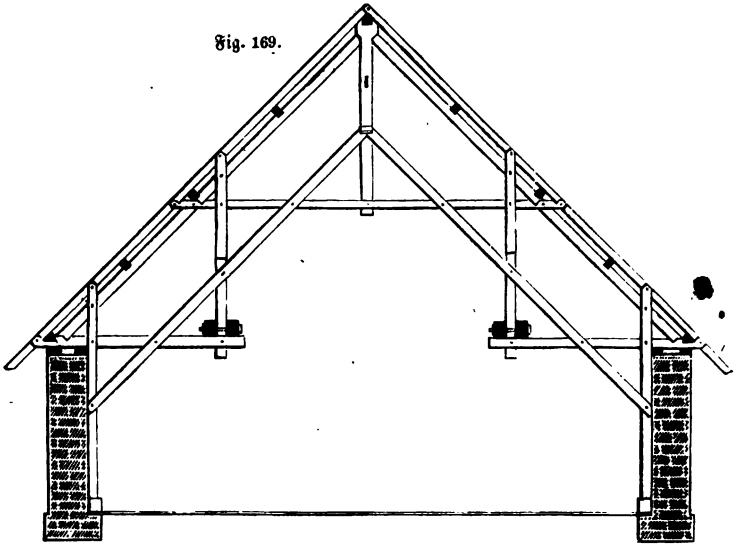
Fig. 168.

36767B

angesetzt, und, mit den entsprechenden Versatzungen versehen, überblattet und, wie die Doppelpfosten, mit dem Bundbalken und der Strebe verschraubt. Zwischen den Bundbalken sind kurze Stichbalken *f* zur Aufnahme der Sparren angenommen, welche mit einer, über den Bundbalken gelegten und mit demselben verschraubten Schwelle *g* im Schwalbenschwanze nach Fig. 168 verkämmt sind.

Wie bei diesem Dachstuhle die Hängesäule mit dem Bundbalken zu verbinden und die nöthige Längenverbindung herzustellen ist, bedarf nach dem bereits darüber mehrfach zur Sprache Gekommenen keiner weitern Erörterung, und wird, wie hier, so auch in den folgenden Beispielen als bekannt angenommen.

Fig. 169.

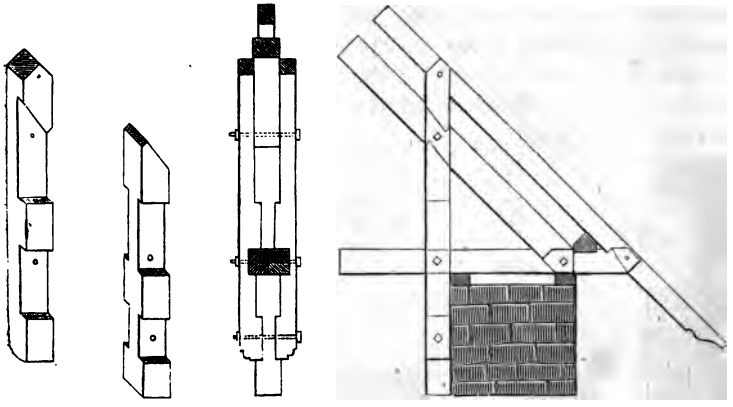


Das in Fig. 169 dargestellte Sprengwerk, als Bedachung eines Magazins ausgeführt, bietet ein interessantes Beispiel von einem Dachstuhle mit unterbrochenem Gebälke dar, bei welchem die nur auf den Umfangsmauern aufgelegten Stichbalken vom Dachraum aus so ausreichend unterstützt sind, daß die Stichgebälke als Lagerraum, bei beträchtlicher Belastung, benutzt werden können.

Ohne die Unterbrechung des Gebälkes und ohne die Sprengung ist das Dach als Hängewerk dem in Fig. 154 dargestellten Hängewerke ähnlich, bedarf demnach keiner weitern Auseinandersetzung in Bezug auf die Art der Verbindung der Hängesäulen und Bundstreben. Von einem einfachen Pfosten,

welcher, nach Fig. 170 von den doppelten Bundstichbalken umschlossen, über diese Balken verlängert, unter der Hauptbundstrebe stumpf ansetzt und dabei wie die Hängesäulen in Fig. 154 durch zwei überzahnte Hölzer vermittelst Schrauben mit den doppelten Bundstichbalken und der Hauptbundstrebe zu einem Ganzen verbunden ist, gehen doppelte Sprengbüge, mit den doppelten Bundstichbalken, der einfachen Hängesäule und den oberen doppelten Bundzangen verblattet, nach der mittlern einfachen Hängesäule, wo sie stumpf zusammenstoßen und durch Schrauben, welche auf einer Unterlageplatte sitzen, unter sich und mit der Hängesäule verbunden sind. Diese Sprengbüge nun, welche von den Wandpfosten aus aufwärts als Streben, von der mittlern Hängesäule aus abwärts als Hängebüge zu betrachten sind, die sonach zerdrückt und zugleich der Länge nach zerrissen werden müßten, bevor

Fig. 170.

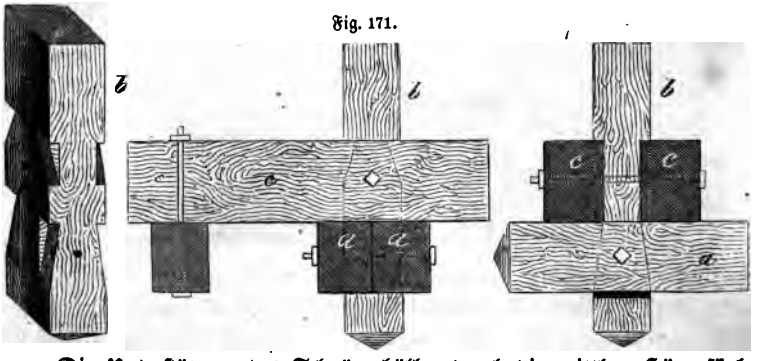


eine Bewegung abwärts eintreten könnte, geben der Construction einen so hohen Grad von Festigkeit, daß von den aufgehängten und zugleich gesprengten Säulen mit Sicherheit die schwerbelasteten Stichgebälke getragen werden. Einfach und auf möglichste Ersparniß von Eisen berechnet, ist die in Fig. 171 dargestellte Verbindung der Hängesäulen mit den Stichbalken und Durchzügen. Die doppelten Bundstichbalken *a* sind auf den vierten Theil der Stärke der Hängesäule *b* im Schwalbenschwanz mit abwärts gerichteter Erweiterung überblattet und werden durch eine Schraube von geringer Stärke zusammengehalten; die ebenfalls doppelten Durchzüge *c*, nach entgegengesetzter Richtung über die Bundstichbalken gelegt, haben an den ihrer Richtung entsprechenden Seiten der Hängesäule dieselbe Anblattung mit durchgehenden Schrauben. Es sind demnach nicht die Schrauben zum Tragen der Last bestimmt, sondern die Last wirkt unmittelbar auf die Hängesäule. Die zwischen

den Bünden liegenden einfachen Stichbalken sind vermittelst Schrauben an die Durchzüge angehängt, was füglich durch Eisenbänder auf die in Fig. 144 dargestellte Weise hätte geschehen können. Im Ganzen kann dieser Dachstuhl zu den mustergültigen Constructionen gezählt werden.

Der in Fig. 172 gegebene Dachstuhl, von dem Verfasser als Bedachung über der Bühne des Theaters in Coburg ausgeführt, möchte einiges Interesse in Anspruch nehmen dürfen wegen des mit dem Hauptdache in Verbindung gebrachten Aufbaues. Der Aufbau ward gefordert, um die Gardinen ohne Brechung aufziehen zu können, und es war damit zugleich die Bedingung gestellt, daß der Dachraum auf die Breite des Aufbaues bis zur Höhe des durchlaufenden Gebälkes, des Schnürbodens, frei bleiben müsse, sonach keine Längenverbindung innerhalb dieses Raumes angebracht werden dürfe. Ich übergehe die an diesem Dachstuhle angewendeten einzelnen Verbindungen, und bemerke nur, was aus der Fig. 172 nicht gut ersehen werden kann, daß nämlich die Laufbalken *a* und die Bundstichbalken *b* doppelt sind, während der vermittelst Querriegel auf die Bundstichbalken fest angesetzte Balken *c*, mit der Hängesäule verbunden und zum Tragen des Laufbalkens *a* bestimmt, ein einfacher Balken ist.

Fig. 171.



Die Unterstützung des Schnürgebälkes durch die mittlere Hängesäule ergab sich aus der gestellten Bedingung: daß der Dachraum des Aufbaues zum ungehinderten Führen der Schnüre frei bleiben mußte, gab aber auch zugleich Gelegenheit, durch die zwei mit der Hängesäule verschraubten Pfetten eine wirksame Längenverbindung herzustellen. Die auf gleicher Höhe mit dem Laufbalken *a* angebrachten Zimmermannsgalerien sind an die Bundstichbalken *b* aufgehängt.

Ein Sprengwerk, bei welchem die Unterstützung nur von den Umfangsmauern ausgehet, ist in Fig. 173 dargestellt. Es ist dies der von *Moller entworfene* Dachstuhl über die Reitbahn zu Wiesbaden, dessen Con-

ſtruction ſich vollkommen bewährt hat. Das Dach iſt ein Pfettendach, und die zur Unterſtützung der Deckpfetten angebrachten Bundſparren greifen als

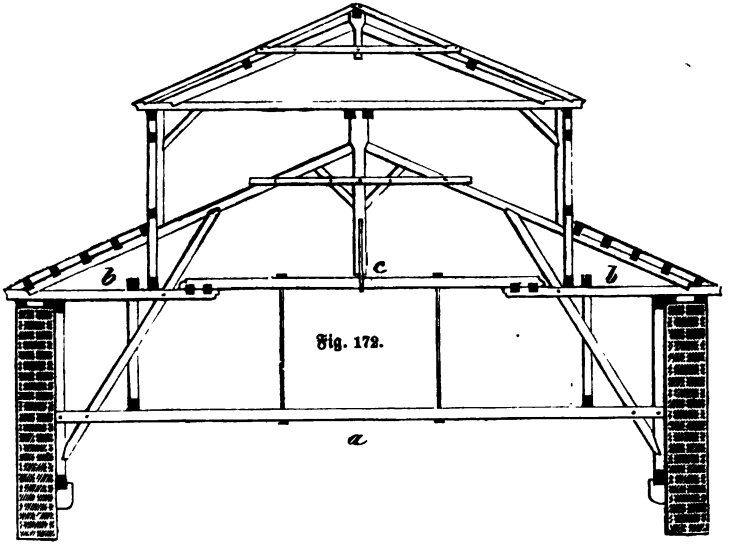


Fig. 172.

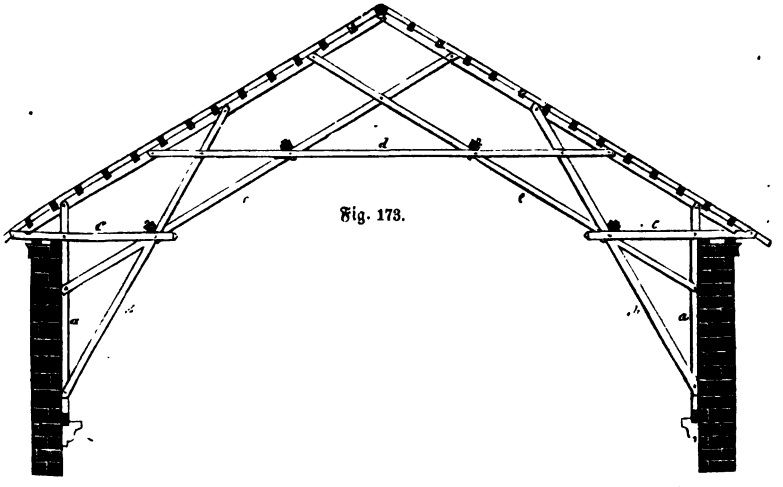


Fig. 173.

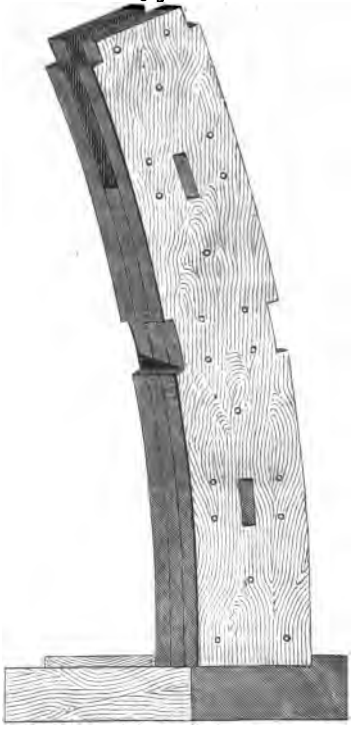
ſolche, bei ihrer Unterſchneidung im Firſt, mit Scherenzapfen in einander. Die vor die Umfangsmauern geſtellten Pfoſten *a*, von denen die Sprengbüge *b* und *e* ausgehen, ſind, wie dieſe ſelbſt, doppelt, eben ſo die Bundſtichbalken

c und die horizontalen Spannzangen *d*. Die oberen Sprengbüge *e* sind einfach und bei ihrer Durchkreuzung zur Hälfte überschnitten. Da die Deckpfetten allein schon eine Längeverbindung herstellen, so sind im Innern nur vier Längeriegel oberhalb der Durchschneidung der Zangen und Sprengbüge angebracht, welche genau an die Hölzer anschließen und mit diesen verschraubt sind. Die innere Begrenzung dieser mit der größten Genauigkeit ausgeführten Construction bildet fünf Seiten eines regelmäßigen Zehnecks, so daß die Form nicht weniger als die sinnreiche Verknüpfung der Verbandstücke befriedigt. In dieser Construction hat Moller das von ihm zuerst gewürdigte und empfohlene natürliche Constructionssystem unserer mittelalterlichen Werkmeister, welches Moller sehr treffend als Knotensystem bezeichnet hat, vollständig durchgeführt. Es besteht das System der Hauptsache nach darin, daß die Hölzer ohne Stoß in ganzer Länge durchgehen und durch Uebereinandergreifen in kurzen Entfernungen abgeknüpft werden. — Zu den Sprengwerken gehören auch die aus geschnittenen Bohlen in Bogenform ausgeführten Ueberspannungen weiter Räume, bei welchen entweder die Bogenform außen sichtbar bleibt, wie bei Kuppeln, oder auch durch ein über dem gesprengten Bogen befindliches Dach mit ebenen Flächen verdeckt ist.

Die ältere, von dem französischen Architekten Delorme schon im Jahre 1561 bekannt gemachte und deshalb nach ihm benannte Bohlenconstruction eignet sich besonders zu Dachungen mit außen sichtbarer Bogenform, indem die aus Bohlen construirten Bogenrippen einen so hohen Grad von Steifigkeit erhalten können, daß sie gar keinen Seitendruck äußern. Bei dieser Delorme'schen Bohlenconstruction werden die zum Tragen des Deckmaterials bestimmten Bogenrippen aus neben einander gestellten und durch Vernagelung unter sich verbundenen kurzen Bohlen in der Weise zu einem Bogen gebildet, daß die kurzen Bohlenstücke, auf halbe Länge wechselnd, mit den Stoßfugen über einander gestellt und auf beiden in einander greifenden Flächen ebenfalls genagelt werden. Fig. 174 stellt eine solche Bohlenrippe bei erstmaliger Uebereinandersetzung mit Angabe ihres Einsatzes in der Schwelle und den Einschnitten und Schlitzen zur Aufnahme der zur Verspannung der Bogenrippen angewendet werdenden Längenriegel dar. Der Querschnitt der Bohlenrippen wird auf die Weise bestimmt, daß man das unterste Glied als einen Pfosten betrachtet, welcher die der ganzen Bogenrippe zukommende Belastung zu tragen hat. Wegen der durch das Ausarbeiten der inneren und äußeren Bogenlinien bewirkten Unterbrechung der Längefasern werden die Bohlen möglichst breit, dabei aber, wegen der durch öfteres In- und Uebereinandergreifen bewirkt werdenden größern Steifigkeit, von geringer Dicke angewendet. Zu den größten Bohlenconstructionen Deutschlands nach diesem Systeme zählt die von Moller ausgeführte Kuppel

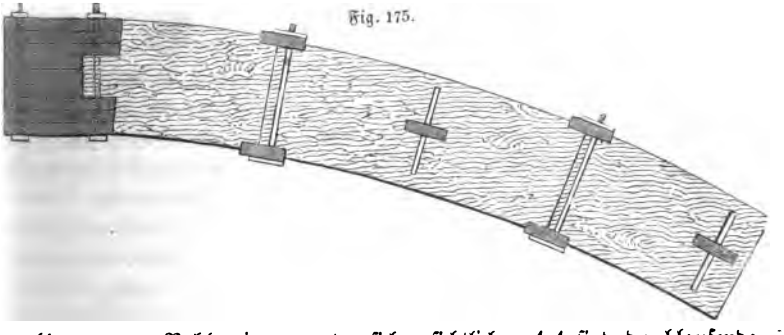
der katholischen Kirche zu Darmstadt, welche einen Durchmesser von $33\frac{1}{2}$ Meter hat. Zur Bildung der Bogenrippen sind zu dieser Construction gleich starke Bohlenstücke 15 Zoll breit, 2 Zoll dick und $6\frac{1}{2}$ Fuß lang, nach großherzoglich Hessischem Maße genommen, verwendet worden. Die Bohlenrippen gehen nicht alle auf die ganze Höhe durch, sondern es befinden sich zwischen jeder auf die ganze Höhe durchgehenden Hauptrippe kurze Zwischenrippen, welche etwa $\frac{2}{3}$ der Länge der ersteren haben. Die ganze Kirche wird durch ein Oberlicht vom Schluß der Kuppel aus beleuchtet, welches einen Durchmesser von 30 Fuß oder $7\frac{1}{2}$ Meter hat. Den Abschluß dieses Oberlichtes bilden drei, aus dreifach über einander genagelten Bohlen bestehende Kränze, an welche die Bohlenrippen nach Fig. 175 sich anschließen. Die Hauptrippen bestehen vom Fuße der Kuppel bis auf halbe Höhe aus fünf neben einander stehenden Bohlen, während der obere Theil nur aus drei Bohlen besteht. Die Zwischenrippen haben eine gleich durchgehende Breite von drei Bohlen.

Fig. 174.



Aus der Fig. 176 ist die Längen-

Fig. 175.

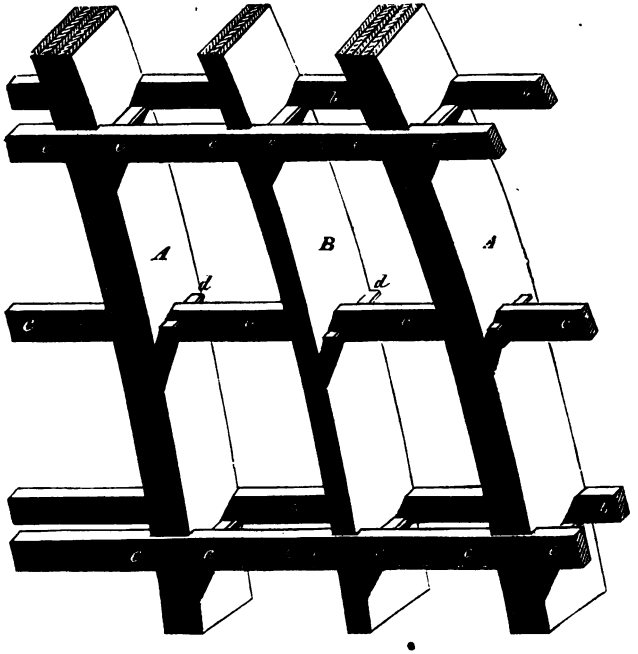


verbindung der Bohlenrippen unter sich ersichtlich. *AA* sind durchlaufende Binderippen und *B* ist eine der nur auf $\frac{2}{3}$ der Höhe durchgehenden Zwischen-

rippen. Bei dieser Verbindung ist gegen jede Bewegung der Hölzer Vorsorge getroffen.

1. Die Bewegung der Rippen nach außen wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder *bb*, welche von jungem, gerissenem Eichenholze, 4 Zoll hoch, 1 Zoll dick, gemacht sind, und die Kuppel auf ähnliche Art umgeben, wie die Reifen eines Fasses.

Fig. 176.



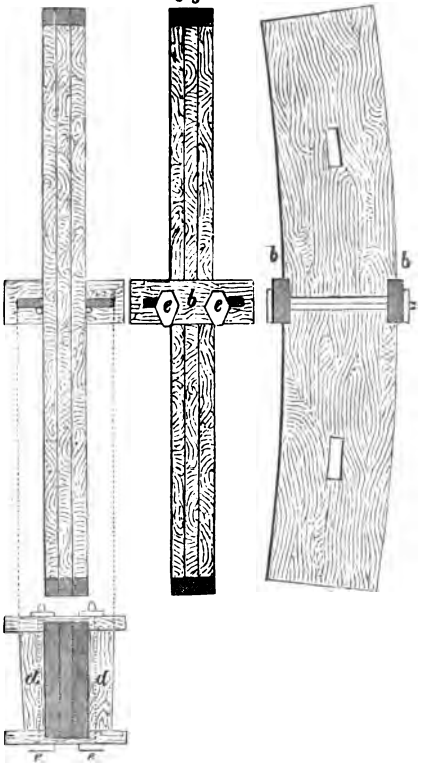
2. Das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen die Rippe besteht, von einander, ist zwar zuerst und bis zum Aufrichten durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Keile *dd* verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertigt, und von denen die einfachen 1 Zoll dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen $^1/_2$ Zoll dick, beide aber dritthalb Zoll breit sind.

3. Die Seitenbiegung der Rippen wird durch die Gurtbänder *bb*, sowie durch die Querriegel *cc* verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufrichten der Bohlenrippen, ehe die Gurtbänder *bb* angelegt werden, denselben die gehörige Stellung zu geben.

4. Das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Rippen der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den durch die

Gurtbänder *bb* gehenden Keilen 20 Zoll lange Schrauben *ee* (Fig. 177) von rundem, 4 Linien starkem, gezogenem Eisendraht angebracht sind, welche die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden, und so die dazwischen liegenden Bohlenrippen zusammenpressen.

Fig. 177.



5. Die gefährlichste Bewegung der Bohlenrippen würde das Setzen oder Senken derselben sein. Da dieselben aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfindet, sehr nachtheilig wirken. Um die Nachtheile der Ungleichheit des Setzens zu vermeiden, sind die Gurtbänder *bb* mit ihrer halben Holzdicke in die Rippen eingelegt, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Rippen kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken, und theilt sich durch dieses den nebenstehenden Rippen mit, kann aber weder nach oben, noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen.

Diese Construction, welche die Vortheile der Steinconstruction mit denen, welche sich aus der Beschaffenheit des Holzes ziehen lassen, verbindet, hat sich dadurch bewährt, daß sich dieselbe nach dem Losschlagen der Unterstützungsgerüste auch nicht um eine Linie gesenkt und bis heute unverändert erhalten hat. Ehre dem Meister! Durch das vorher nicht gekannte Anbringen der eingeschnittenen Gurtbänder, in Verbindung mit den zusammenpressenden Schrauben, hat Moller der Delorme'schen Bohlenconstruction, welche sich durch einfache Bearbeitung der unter sich gleichen Verbandstücke und durch die Leichtigkeit beim Aufrichten sehr vortheilhaft auszeichnet, einen

so hohen Grad der Vollendung verliehen, daß sie anderen neuen, aus Unbekanntschaft mit der Moller'schen Verbesserung entstandenen Bohlenconstructionen bei der Ueberspannung sehr weiter Räume sicher vorgezogen zu werden verdient.

Ein neu aufgestelltes Bohlenconstructionssystem, welches von dem französischen Ingenieur Emy im Jahre 1828 bekannt gemacht wurde, und nach dem Erfinder das Emy'sche genannt wird, weicht von dem Delorme'schen wesentlich dadurch ab, daß die Bohlen von möglichst großer Länge genommen und nicht auf die hohe Kante gestellt, sondern auf ihre flache Seite über einander gelegt, dann gekrümmt und unter sich durch umgelegte Eisenbänder und durchgehende Schrauben verbunden werden.

Fig. 178 stellt ein von Emy ausgeführtes Sprengwerk dar, welches eine Spannweite von 23 Meter hat, und als Muster der Leichtigkeit einer Construction nach diesem System gelten kann. Es ist der Dachstuhl einer Reitbahn zu Libourne, nahe bei Bordeaux. Die Bogen bilden bei diesem System nicht die Decke des Raumes als Gewölbe, sondern sind nur der Hauptbestandtheil eines gesprengten Dachbundes, welche in solchen Entfernungen von einander angebracht werden, wie es die von dem Bunde ausgehende Unterstützung der Dachsparren oder Dachpfetten vorschreibt. — Die Bohlenrippen für sich allein würden bei dem Bestreben der Bohlen, in ihre natürliche Lage zurückzukehren, ihre Form verändern, sie würden, wie eine Wagenfeder, je nach verschiedener Belastung sich heben und senken, und beim Heben sich seitlich einwärts, beim Senken sich seitlich auswärts biegen.

Um die Bogenrippe, welche als ein künstlich gekrümmter Balken aus einem Stücke betrachtet werden kann, in ihrer Form zu erhalten, gehen von senkrechten Wandpfosten, welche Emy Widerlagssäulen nennt, und von den Bundstreben des über der Bogenrippe befindlichen Dachstuhles aus Doppelzangen, nach dem Mittelpunkte des Bogens gerichtet, hinweg, welche durch Ueberschneidung und durchgehende Schrauben einmal den Bogen in der richtigen Entfernung erhalten, zugleich aber auch die Belastung gleichmäßig auf den Bogen vertheilen.

Die Widerlagssäulen sind bei diesem Dachwerke doppelt angenommen, sitzen mit dem Bogen auf einer gemeinsamen Schwelle, nehmen vom Fuße an den Bogen nach Fig. 179 zur Hälfte seiner Stärke auf, und sind mit dem Bogen am Fuße durch ein umgelegtes Eisenband, welches vermittelst einer auf der Rückseite durch eine vortretende Verkröpfung gehenden Schraube fest angezogen werden kann, zu einem, an dieser Stelle unverschiebbaren Ganzen verbunden. Zur Längenverspannung sind über dem Bogen mehrere Längeriegel, *jedesmal* deren zwei, welche durch Schrauben unter sich und mit den *Doppelzangen* verbunden sind, angebracht. Der Bogen besteht hier aus sechs

auf einander gelegten Bohlen von 7 Centimeter Breite und $2^1/_2$ Centimeter Dicke, ist zwischen jeder Doppelzange mit einem verschraubten Eisenbande umschlossen und, in gleichen Abständen zwischen den Eisenbändern und den Zangen, in der Mitte auf die Hochkante zusammengeschraubt.

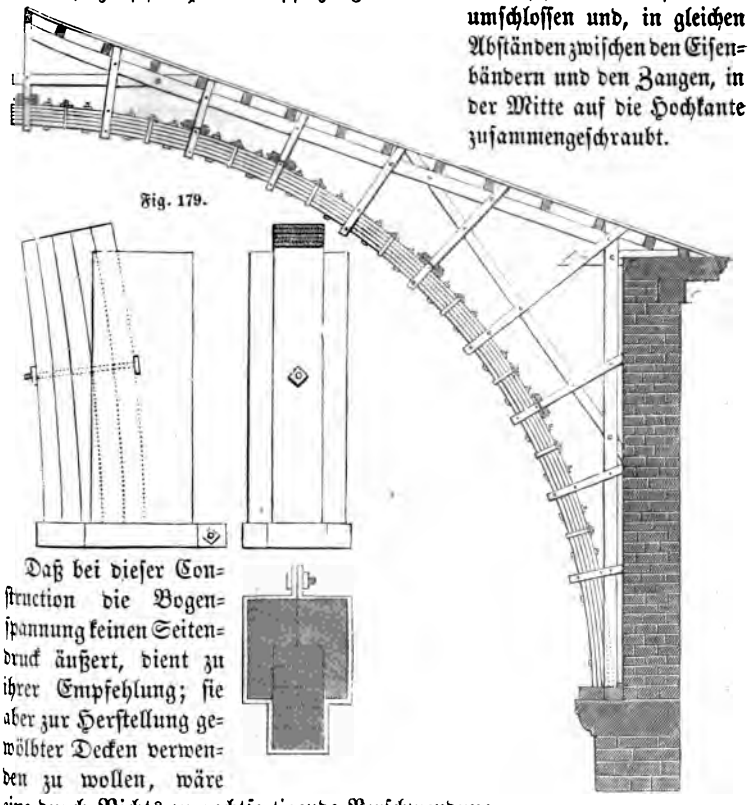


Fig. 179.

Daß bei dieser Construction die Bogenspannung keinen Seitendruck äußert, dient zu ihrer Empfehlung; sie aber zur Herstellung gewölbter Decken verwenden zu wollen, wäre eine durch Nichts zu rechtfertigende Verschwendung.

Wir glauben hiermit unsere Betrachtung über die Bogensprengwerke schließen und die Anwendung des einen oder des andern der besprochenen Bohlenconstructionssysteme in vorkommenden Fällen dem Urtheile des Lesers überlassen zu können.

Achter Abschnitt.

Von den Thürmen.

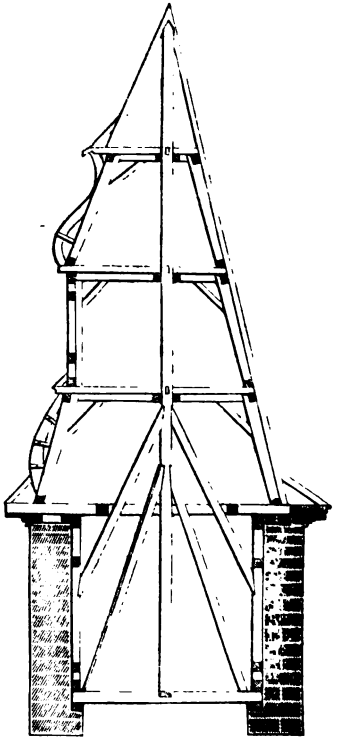
Die Zeit ist Gott Lob! vorüber, in der man in der Baukunst die griechische und römische Säulenordnung zu dem beinahe ausschließlichen Gegenstande des Studiums machte, und mit sehenden Augen blind war gegen die eigenthümliche Schönheit und den constructiven Werth unserer herrlichen mittelalterlichen Baudenkmäler. Neue Kirchen im romanischen und spätmittelalterlichen, dem sogenannten gothischen Style, oder doch im Geiste der Entwickelung einer nationalen, auf der mittelalterlichen, Grund und Boden habenden Baukunst aufgefaßt, sehen wir aller Orten im lieben deutschen Vaterland erstehen, und die das Gotteshaus als das dem Höchsten bereitete Haus so klar bezeichnende und gerade in Deutschland zur Zeit der Blüte der mittelalterlichen Baukunst mehr als in irgend einem Lande zur höchsten Vollendung ausgebildete Zierde, der Thurm, er wird wieder in sein gutes altes Recht eingesetzt.

Wenn wir vom 16. Jahrhundert an, wo mit der antiken Kunsthülle auch die leidige Trennung von Kunst und Gewerbe Eingang fand, so daß Architekt und Handwerksmeister zwei ganz verschiedene Personen wurden, von denen der Erstere in der Regel sehr wenig vom Handwerke, und der Letztere noch weniger von der Kunst verstand, die Constructionen des Zimmermanns, bis auf unsere Zeit noch, im Allgemeinen, und insbesondere was die Kirchthürme betrifft, beinahe dieselben wie vor 200 Jahren geblieben finden, so ist das sehr erklärlich. Der Künstler zeichnete die Säulenordnungen und lernte ihre Verhältnisse auswendig, und der Zimmermann copirte Dachstühle in verschiedenen Variationen, als Hängewerke und Sprengwerke, welche alle auf das von der Fremde aufgenommene einfache Thema, den liegenden Dachstuhl, zurückgeführt, sonach leicht begriffen werden konnten. So sehen wir die natürliche Constructionsweise, die den mittelalterlichen denkenden Werkmeister in den Stand setzte, jede Aufgabe sicher und einfach zu lösen, von der Zeit der Einführung des sogenannten guten Geschmacks an, verlassen und an deren Stelle die gedankenlose Anwendung einer angelernten Constructionsweise getreten, die durchaus nicht den Anforderungen in Bezug auf Festigkeit und Dauer entspricht, und der ersten Bedingung: daß durch die Construction der Zweck mit den geringsten Mitteln möglichst vollkommen erreicht werde, geradezu entgegengesetzt ist.

Wenn ich das Thurmdach in einen besondern Abschnitt bringe, und nicht als ein Dach wie andere Dächer in dem vorigen Abschnitte mit betrachtet habe, so liegt dabei gerade die Absicht zu Grunde, durch die Trennung schon die Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit der Thurmdächer und die nach Form und Anordnung so ganz von den übrigen Dächern verschiedene Construction derselben hinzulenken.

Betrachten wir die Fig. 180, so haben wir die im vorigen Jahrhundert allgemein übliche und sogar jetzt noch häufig angewendete Construction eines Thurmdaches vor uns, zu einer Hälfte unverkrüppelt mit ebenen Dachflächen, zur andern Hälfte mit den so beliebt gewesenen Auswüchsen und abwechselnd gebrochenen ebenen und willkürlich gekrümmten Dachflächen. Das Thurmdach besteht aus mehreren Stockwerken, jedes aus dem vollständigen, liegenden Stuhle gebildet und mit durchgehendem Gebälke versehen, oder es wechseln, wie hier bei der Krüppelform, liegende Dachstühle mit stehenden. In der Mitte geht von der Spitze auf die ganze Höhe des Daches, und meist noch durch das Hauptdachgebälke durchgreifend und auf das nächste Zwischengebälke aufgesetzt, ein starker Pfosten, die Helmstange, in welche die Gebälke eingezapft sind, und zu dessen Unterstützung Strebebüge von den Pfosten einer, im Innern des obern Thurmstockwerks vor die Umfangsmauer gesetzten Wand ausgehen und im ersten oder zweiten Stockwerke des Daches ansitzen. Die Mauerlatten liegen in der Regel in dem Mauerwerke vertieft und nur bei hölzernem Thurmgesimse auf der Mauer, wie dies in Fig. 180 angegeben ist.

Fig. 180.



Bei dieser Constructionsart, welche nichts Anderes als die geistlose Anwendung der sonst üblichen Dachstühle auf das Dach eines durchaus keiner durchgehenden Gebälke bedürfenden Thurmes darstellt, sehen wir das Holz über den Zweck hinaus übermäßig verschwendet, den Thurm durch die Helmstange und die damit verbundenen Gebälke unnöthig belastet und die Ver-

bindung aller Constructionstheile, welche nur aus Zapfen besteht, nichts weniger als fest. Dabei wirkt die Helmstange als mächtiger Hebel, und trägt die durch Windstöße bewirkten Erschütterungen des Daches auf die Mauern über, so daß bei sonst gutem Mauerwerke dadurch allein Risse und Sprünge entstehen. Bei eindringendem Regen wird das Wasser von den Bundpfosten in die Schwellen geleitet, die Schwellen faulen und veranlassen Senkungen von Gebälke zu Gebälke. Verfaulte Schwellen oder Balkenköpfe herauszunehmen und durch neue zu ersetzen, ist überaus schwierig, ja kaum ausführbar, weil die ganze Last von dem darüber befindlichen Theile des Thurmes darauf ruht. Dasselbe ist mit den vertieften, dem baldigen Verderben ausgesetzten Mauerlatten der Fall.

Haben wir in Kürze die Fehler dieser üblichen Constructionsart nachgewiesen, so hätten wir nun anzugeben, auf welche Weise diese gerügten Fehler bei der Construction der Thurmdächer zu vermeiden und welche Constructionsart anzuwenden sei, bei welcher Festigkeit und Dauer mit der größtmöglichen Leichtigkeit verbunden ist.

Bevor wir uns mit den Principien der Construction beschäftigen, wird es am rechten Orte sein, einige der besseren Thurmformen darzustellen, damit bei den Constructionen auf diese Thurmformen Bezug genommen werden kann. Wir werden das Thurmdach mit dem althergebrachten Namen **Helm** bezeichnen. Fig. 181 giebt den einfachsten Helm eines quadraten Giebelthurmes, bei welchem die Gesammthöhe des Helmes gleich ist der doppelten Höhe der Giebel. Denken wir uns den Helm über den Giebeln durch eine Horizontalebene geschnitten, so werden die Durchschnittslinien die punctirt angegebenen Diagonallinien sein. Der Helm bildet sonach eine regelmäßige vierseitige Pyramide, und die Dachflächen stellen regelmäßige Rauten dar mit gleich großen Begrenzungslinien.

Fig. 182 giebt einen achtseitigen Helm auf quadratem Giebelthurm, bei welchem die Gräthe der regelmäßigen achtseitigen Pyramide von den Kehlen der Giebel ausgehen, so daß also der Durchmesser der bis zur Basis ergänzt gedachten Pyramide gleich ist der Diagonale des Quadrates. Denken wir uns hiernach, wie punctirt angegeben, den Grundriß der Pyramide bis zur Basis ergänzt, so ergiebt sich daraus, für den Aufriß, einmal der von der vordern Kante der Giebel zurückfallende Anschluß der in der Richtung der Giebelfirste liegenden Gräthe und, von diesem Anfallspunkte ausgehend, die Richtung der Dachkehlen, welche durch den Anschluß der Giebeldächer an die Pyramide entstehen.

In Fig. 183 geben wir den achtseitigen Helm eines quadraten Giebel*thurmes, bei* welchem vier Seiten der Pyramide, welche hinter den Giebel*mauern errichtet* ist, parallel mit den Thurmgiebeln gehen. Bei dieser

Helmform schneiden sich die Giebeldächer nach der Diagonale in ansteigenden Kehlen bis zu den Mittellinien der senkrecht dagegen gerichteten Seiten der achtseitigen Pyramide, und von diesen Durchschnittspunkten erheben sich die Kehlen, welche durch den Anschluß der Giebeldächer an die Pyramidenflächen

Fig. 181.

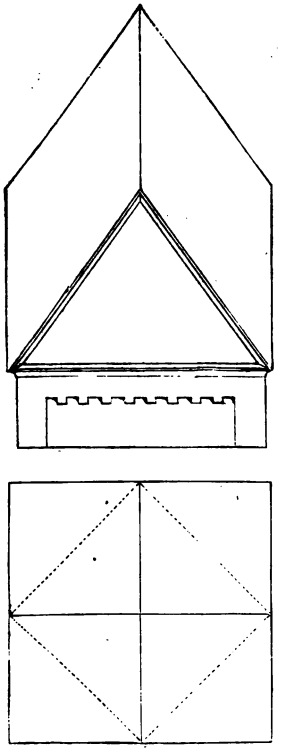
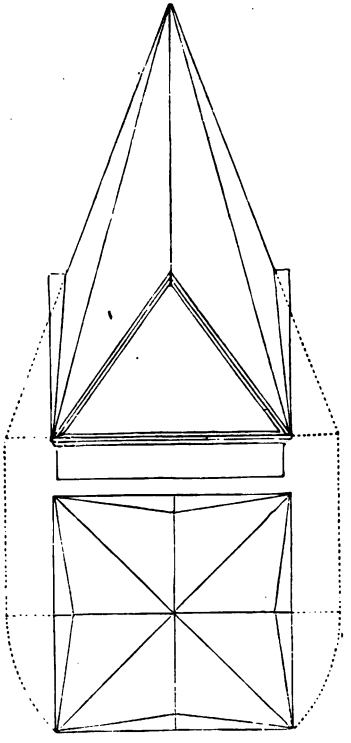


Fig. 182.

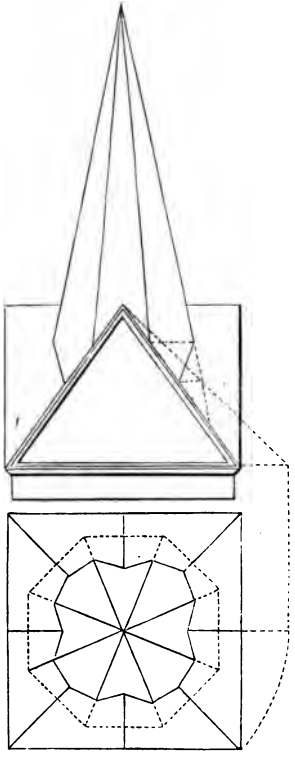


gebildet werden. Tragen wir im Aufrisse den wirklichen Neigungswinkel der Kehlen an, so ergiebt sich aus dem Durchschnitte dieser punctirt angegebenen Linien mit der äußern Begrenzungslinie der Pyramide der Anfallspunkt der Giebelkehlen an die in ihrer Richtung gelegenen Seiten der Pyramide.

Nehmen wir viereckige Thürme mit horizontalem Abschlusse ohne Giebel, so sind bei achtseitigen Helmen zwei Formen möglich: entweder wird nach Fig. 184 das untere Dach als vierseitiges Walmdach fortgeführt, so daß die Gräthe dieses Daches sich über den Anschluß der Dachflächen mit den parallelen Seiten der achtseitigen Pyramide erheben und sich da, wo sie die

Mittellinie schneiden, ansetzen; oder es wird nach Fig. 185 das vierseitige Walmdach auf der Höhe der Anschlüsse an den parallelen Seiten der achtseitigen Pyramide ebenfalls gebrochen und es geht so von der Bruchlinie die Walmfläche nach den Kanten der Hauptwalmen aus.

Fig. 183.



Aus diesen gegebenen Helmformen für viereckige Thürme lassen sich leicht davon abweichende Formen, wie z. B. der achtseitige Helm auf achteckigem Thurme, nach den in Fig. 182 und 183 gegebenen Fällen, behandeln, und wird es mit diesen Beispielen genügen, daran unsere Betrachtungen über die Constructionen der Thurmhelme anzuknüpfen.

Die allgemeinen Anforderungen an Thurmconstructionen werden sein: a. daß die Construction fest, dauerhaft und leicht, ohne Verbindung mit den Thurmmauern oder Wänden sei, keinen Seitendruck gegen die Mauern ausübe, sondern dieselben nur senkrecht belaste; b. daß die Form des Helmes unverändert dieselbe bleibe, sonach weder Einbiegungen noch Drehungen an den die Form sichernden Grathsparren möglich sind, und c. daß bei vorkommenden Beschädigungen die nöthigen Reparaturen ohne große Schwierigkeiten vorgenommen werden können.

Diesen Anforderungen wird entsprochen werden, wenn wir

ad a. 1) das ganze Zimmerwerk unmittelbar auf das Mauerwerk oder die Wände des Thurmes setzen, ohne weitere Verbindung mit den letzteren;

2) die ganze Construction auf die Herstellung fester und starker Umfangswände einschränken, das Innere des Thurmes aber hohl lassen;

3) die langen Helmstangen weglassen, und die Helmstange nur als den zur Aufnahme der Grathsparren und zum Tragen des Thurmknopfes erforderlichen Constructionstheil betrachten;

4) die Grathsparren und die etwa zur Unterstützung derselben erforderlichen Streben auf ihre ganze Länge durchgehen lassen, ohne daß *sie durch* horizontale Hölzer unterbrochen werden, und, wenn sie

zu kurz sind, sie so verlängern, daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt;

5) bei allen Verbindungen die Herstellung unverschieblicher Dreiecke im Auge behalten und lange Hölzer in geringer Stärke anwenden, aber auf kurze Entfernungen durch andere überblattete Hölzer ohne nachtheilige Verschwächung abknüpfen.

ad b. 1) Die Grathsparren ihrer Länge nach auf kurze Entfernung stützen und gegenseitig verspannen, und

Fig. 184.

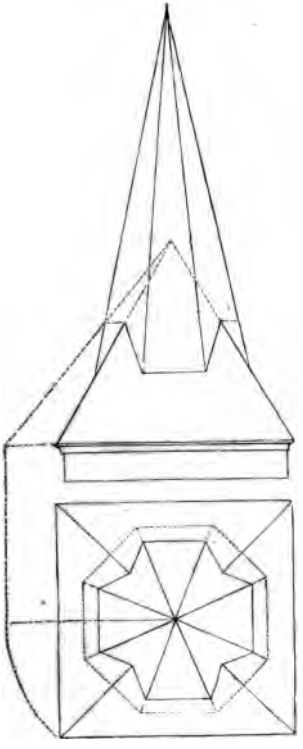
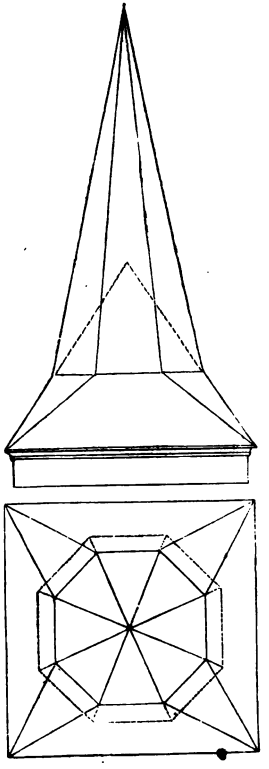


Fig 185.

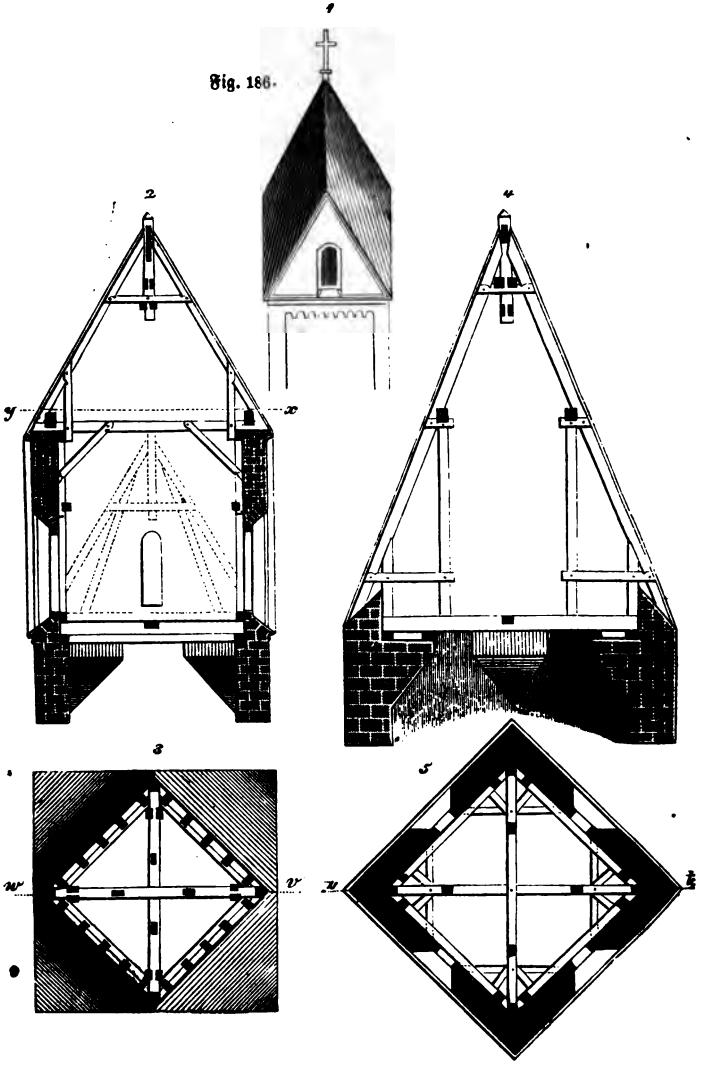


2) an allen Unterstützungen der Grathsparren zugleich eine horizontale Verspannung durch eingelegte Kränze, welche unter sich übereinandergreifen, herstellen, so daß sich die Grathsparren weder einander nähern noch von einander entfernen können.

ad c. Die *Hauptbestandtheile* der Construction so unterstützen, daß sie

auf seitlich angebrachten Zangen ruhen, von Stock zu Stock leicht gänglich sind und zwischen den Stützpunkten herausgenommen wer

Fig. 186.



können, ohne daß die übrigen Theile der Construction entfernt werde müssen. Bei größeren Thürmen muß die innere Construction al

Gerüste zum Aufschlagen von Stock zu Stock, und später zugleich dazu dienen, mit Leichtigkeit zu den wichtigsten Punkten der Zusammensetzung gelangen zu können.

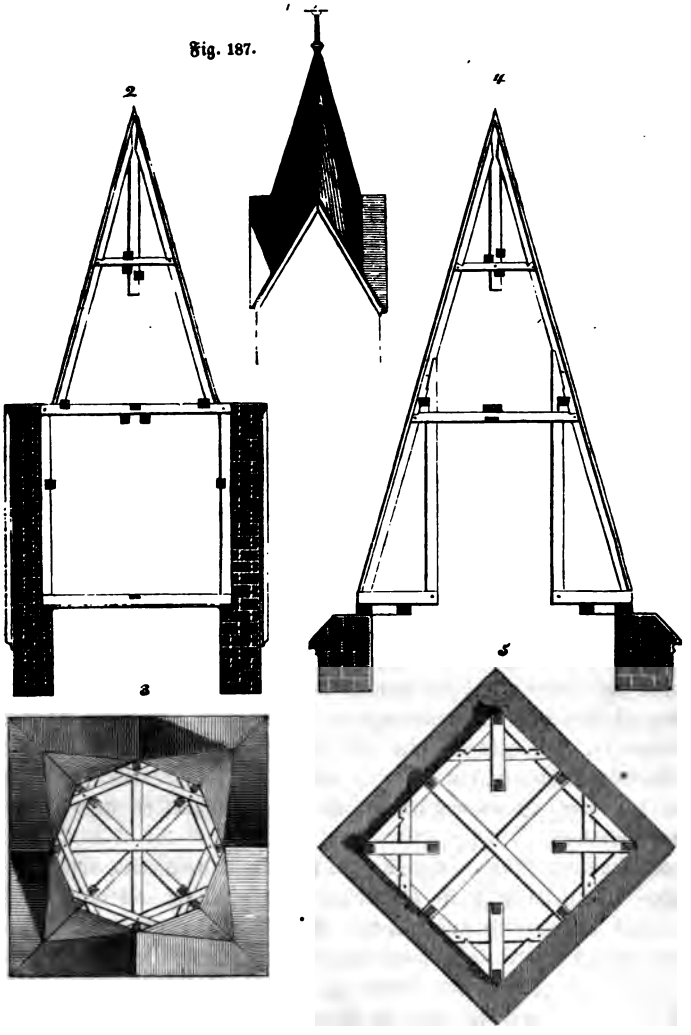
Wir werden nun an einigen Thurmconstructionen nachzuweisen suchen, wie diesen allgemeinen Anforderungen auf die oben angegebene Weise Genüge geleistet werden kann.

In Fig. 186 geben wir die Construction eines Thurmhelmes, welche nach der in Nr. 1 dargestellten Ansicht eine vierseitige Pyramide über einem vierseitigen Giebelthurme bildet. Nr. 2 giebt den Durchschnitt in der Richtung der Giebel nach v-w des dazu gehörigen Grundrisses 3, welcher, nach x-y Nr. 2 geschnitten, zugleich das Gebälke auf dieser Höhe angiebt.

Nr. 4 zeigt den Durchschnitt nach der Diagonale t-u des in Nr. 5 zugegebenen Grundrisses mit dem untern Gebälke. Die ganze Construction enthält 4 Balken, wovon zwei im untern Gebälke, nach der Diagonale gelegt, zur Unterstützung der vier von dem untersten Punkte der Giebelanschlüsse bis zur Helmstange geführten Dachsparren, und zwei zur Unterstützung der vier auf den Giebelfirstpunkten ansitzenden und bis unter die Helmstange gesetzten Grathsparren, zur Sicherung gegen das Ausweichen dieser Sparren, unumgänglich nöthig waren. Zur Auflage der Sparrenschifter zwischen den Grathsparren ist von den Giebelbalken aus, wie aus Nr. 2 und 3 ersichtlich, ein Schwellenkranz gelegt, welchem in der Richtung der in Nr. 4 dargestellten Diagonalsparren ein Pfosten untergesetzt ist, der unmittelbar unter der Schwelle und unterhalb, über dem Aufsatz der Diagonalsparren, durch horizontale Zangen mit demselben verbunden ist. Zur Minderung der Spannweite der Diagonalbalken, worauf die vier Pfosten zu stehen kommen, sind aus den vier Ecken der Thurmmauer, durch horizontale Mauerschichten, die Eckmauern kragsteinartig vorgeführt und darauf Mauerlatten angebracht, auf denen die Balken ruhen, und durch welche eine Verankerung mit den an den Giebeln anschließenden Mauerlatten hervorgebracht wird. Gleichzeitig ruhen auf diesen vorgemauerten Kragsteinen 8 Stichbalken, welche zur Aufnahme von vier Schwellen dienen, auf denen die in Nr. 2 punktirt angegebenen Streben sitzen, welche die unten nur angeschifteten Giebelsparren tragen. Die Helmstange ist nur so lang angenommen, als erforderlich ist, von den Grathsparren und den vier Mittelsparren aus doppelte Zangen über dieselbe zu führen, welche mit der Helmstange und den genannten Sparren überblattet sind. Zur Sicherung der Grathsparren gegen das Ausweichen von ihrem Ansatze auf genannten Giebelbalken sind senkrechte Zangen zunächst ihrem Fuße angebracht, welche, über die Balken hinweg verlängert, sich an den Pfosten vor dem Giebel legen. Von den Giebelpfosten aus sind die Giebelbalken durch Zangenbüge unterstützt und nach den Giebeln zu

ſpannt. Betrachten wir dieſe Conſtruction, ſo wird daran kein Verbandſ
vorkommen, welches entbehrt werden könnte, und eben ſo würde

Fig. 187.



Anforderungen an Feſtigkeit und Unveränderlichkeit nicht entſprochen ſe
wenn eines der Verbandſtücke wegfiele. Bei den Durchſchnitten ſind nur t
in der Durchſchnittsebene liegenden Conſtructionstheile gezeichnet, weil v

auf diese Weise es möglich war, die in die Bünde fallenden Theile deutlich zu zeigen. Die Sparrenschifter gehen parallel mit dem Mittelsparren, und bedürfen der Darstellung nicht.

In Fig. 187 theilen wir die sehr einfache Construction eines achtseitigen Helmdaches auf einem vierseitigen Giebelthurme mit, welche, nach Moller's Entwurfe ausgeführt, sich vollkommen bewährt hat. Die Diagonale des von den Giebelmauern umschlossenen Quadrates ist zum Durchmesser der achtseitigen Pyramide angenommen, so daß von den vier Ecken sich die vier Hauptgrathsparren erheben, und hiernach durch den Winkel, welchen diese Grathsparren, wie die übrigen vier, die Kanten der regelmäßigen achtseitigen Pyramide bildenden Grathsparren einschließen, der Durchmesser der Pyramide über den Giebeln bestimmt wird. Hiernach sind die auf die Giebel treffenden Grathsparren von der Giebelmauer nach innen gerückt. Bei dem steilen Neigungswinkel der Grathsparren ist dadurch genügend gegen den Seitendruck Vorkehrung getroffen, daß die von dem untern Gebälke ausgehenden und aus einem Stücke bestehenden Grathsparren durch horizontale Zangen zweimal, die kürzeren, auf Giebelhöhe aufgesetzten Grathsparren durch eben solche Zangen einmal abgeknüpft sind. Sind auf diese Art die in eine senkrechte Ebene fallenden, gegenüberstehenden Sparrenpaare unter sich zu einer festen Scheibe verbunden, so werden sie auf der Höhe der Giebelbalken durch einen aus Fig. 187 Nr. 3 zu ersehenden Schwellenkranz in der entsprechenden Stellung auseinandergehalten. Fig. 188 stellt die Ueberschneidung des Schwellenkranzes an der Stelle dar, wo er zwischen den Hauptgrathsparren und den Stützpfosten durchgeht. Diese Kranzschwellen liegen abwechselnd über einander und sind nur schwach an den Durchkreuzungen mit einander verblattet. Es sind deshalb, da die Horizontalzangen der Hauptgrathsparren tiefer gelegt werden mußten als die Giebelbalken, die Kranzschwellen, wie auf Fig. 188 im Grundrisse angegeben und auch im Aufrisse ersehen werden kann, an der Kreuzung zwischen den Hauptgrathsparren und dem Stützpfosten mit einem Holze quer über die tiefer liegenden Zangen unterlegt.

Das untere Gebälke ist nach Fig. 187 Nr. 5 so angeordnet, daß statt schwacher Mauerlatten starke Schwellen unterlegt sind, welche einmal der Länge nach auf den Umfangsmauern liegen, sodann aber auch nach den Seiten eines Achteckes durch überblattete Zangen unter sich verankert sind. Auf diesen Zangen ruhen die nach der Diagonale gerichteten Grathstichbalken, auf deren äußerem Ende die Grathsparren, auf deren innerem Ende aber die zur Unterstützung des Schwellenkranzes angebrachten senkrechten Pfosten aufsitzen. Zwei Balken, auf deren Enden die zur Unterstützung der Giebelbalken errichteten Pfosten aufsitzen, gehen als ganze Balken durch, und

überschneiden sich an der Kreuzung auf die Hälfte ihrer Höhe. Wie bei dem vorigen Helme, Fig. 186, ruhen die Sparrenschifter zwischen den Grathsparren auf dem Fig. 187 Nr. 3 gegebenen Schwellenkranze, und sitzen abwärts an den Grathsparren, sowie an Giebelsparren, welche nach Fig. 189 von den Schwellen des Gebälkes nach dem Giebelbalken errichtet und durch eine darüber gelegte Zange mit dem Pfosten desselben verbunden sind. Die Helmstange geht nur bis zu den oberen Sparrenzangen herab und ist von denselben umschlossen.

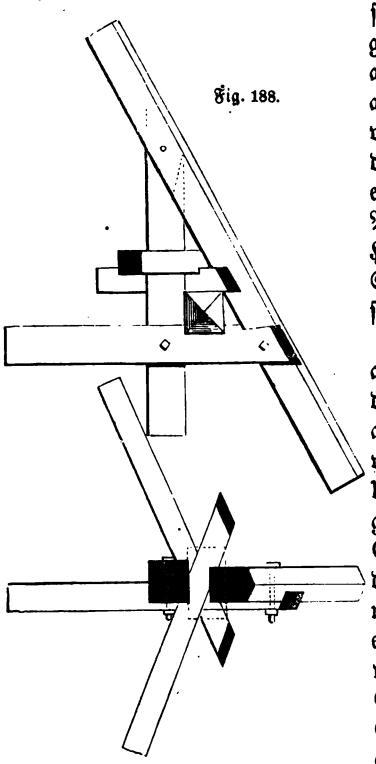


Fig. 188.

Das Aufsetzen neuer Helme auf alte Thürme kommt häufiger vor, als das Errichten neuer Thürme von Grund aus. Nehmen wir an, daß auf einen viereckigen Thurm von gleich starken Umfangsmauern, welcher keine ungleiche Belastung durch aufgemauerte Giebel, wol aber die gleichmäßig auf die Mauern vertheilte Last eines Helmes von Zimmerwerk vertragen kann, ein neuer Helm gesetzt werden soll, so werden, um den Thurm dennoch durch Giebel abzuschließen, die aufzuführenden Giebel auf das Gebälke gesetzt und ebenfalls von Holz werden müssen.

In Fig. 190 ist der Entwurf zu einem derartigen auf der Mauergleichung ruhenden Thürmhelme gegeben, welcher nach 1 eine regelmäßige achtseitige Pyramide bildet, deren Durchmesser durch die Diagonale des Thurmquadrates bestimmt, und welche Pyramide nach der Richtung der Mauern durch senkrechte Giebel geschnitten ist. Das Gebälke liegt auf kräftigen doppelten Mauerschwellen, welche außerdem durch, nach den Seiten des Achtecks diagonal gelegte Schwellen unter sich verspannt oder verankert sind. Nur zwei Balken gehen nach der geringsten Spannweite von der Mitte der Längemauern in ganzer Länge durch; die übrigen Balken sind Stichbalken, und greifen, wie aus dem in Fig. 190 Nr. 5 dargestellten Werksatze erhellt, über beide Schwellen, mit welchen sie verkämmt sind, hinweg. *Auf der Höhe* der Giebel sind, zur Aufnahme der auf den Giebelspitzen

ansetzenden Grathsparren, ebenfalls noch zwei sich überschneidende Balken aus einem Stücke angebracht, welche durch doppelte Pfosten gestützt werden, von denen der eine zugleich den Giebelpfosten bildet, woran sich die Giebelsparren nach der in Fig. 190 Nr. 2 punktirt angegebenen Weise anlegen, während der nach innen gesetzte Pfosten unmittelbar auf den untern Hauptbalken gesetzt ist und sowol zur Unterstützung der Giebelbalken, als auch zur Verspannung der Giebelpfosten und der Giebelbalken, vermittelst davon ausgehender doppelter Zangenbüge, dient. Der Helm ist bis zur Helmstange, welche wieder vermittelst über einander liegender Zangen mit den Grathsparren verknüpft ist, in drei Stockwerke getheilt, von denen der erste Stock durch die Giebelwände gebildet wird. Auf jeder Stockhöhe ist ein horizontaler Schwellenkranz zur Verspannung der Grathsparren und zur Unterstützung der Zwischensparren eingelegt. Der erste, Fig. 190 Nr. 3 abgebildete Schwellenkranz liegt unmittelbar auf den Giebelbalken und auf kurzen Zangen, welche bei dem Hauptgrathbunde Fig. 190 Nr. 4 angebracht sind. Der Schwellenkranz im zweiten Stock ruht auf von Grathsparren zu Grathsparren gelegten Zangen, welche ihrerseits wieder, wie aus 2 und 4 zu ersehen, bei 2 von den Giebelbalken aus durch senkrechte Pfosten, und bei 4 durch auf den Grathstichbalken gesetzte liegende Pfosten gestützt sind. Die Zangen, welche, zum Abschluß der großen in immer kleinere unverschiebliche Dreiecke, die gegenüber stehenden Grathsparren unter sich verbinden, sind nach der Richtung der Bundebenen wechselnd über einander gelegt, so daß sie nur bei rechtwinkelig kreuzenden Bünden in gleicher Höhe liegen, und bei der Kreuzung über einander auf halbe Höhe überblattet sind. Dienen einestheils die von Stock zu Stock eingelegten Schwellenkränze zur Erhaltung der Form des Daches und zur Unterstützung der Sparren, so bieten sie zugleich von Stock zu Stock Gelegenheit zur Einrüstung beim Aufschlagen und um von diesen Kranzunterstützungen aus sowol die Grathsparren als auch die übrigen Sparren auf einander zu setzen, wenn sie nicht in ganzer Länge aus einem Stücke zu haben sind, so daß also der Helm aus einzelnen Stockwerken, selbst im

Fig. 189.

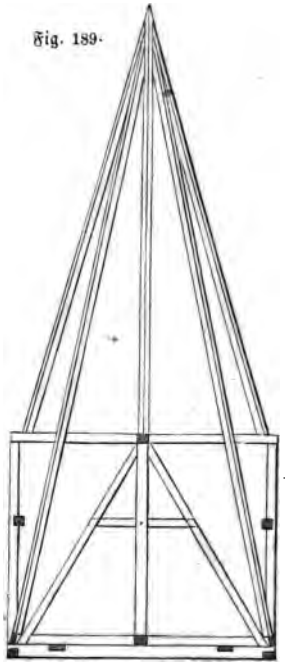
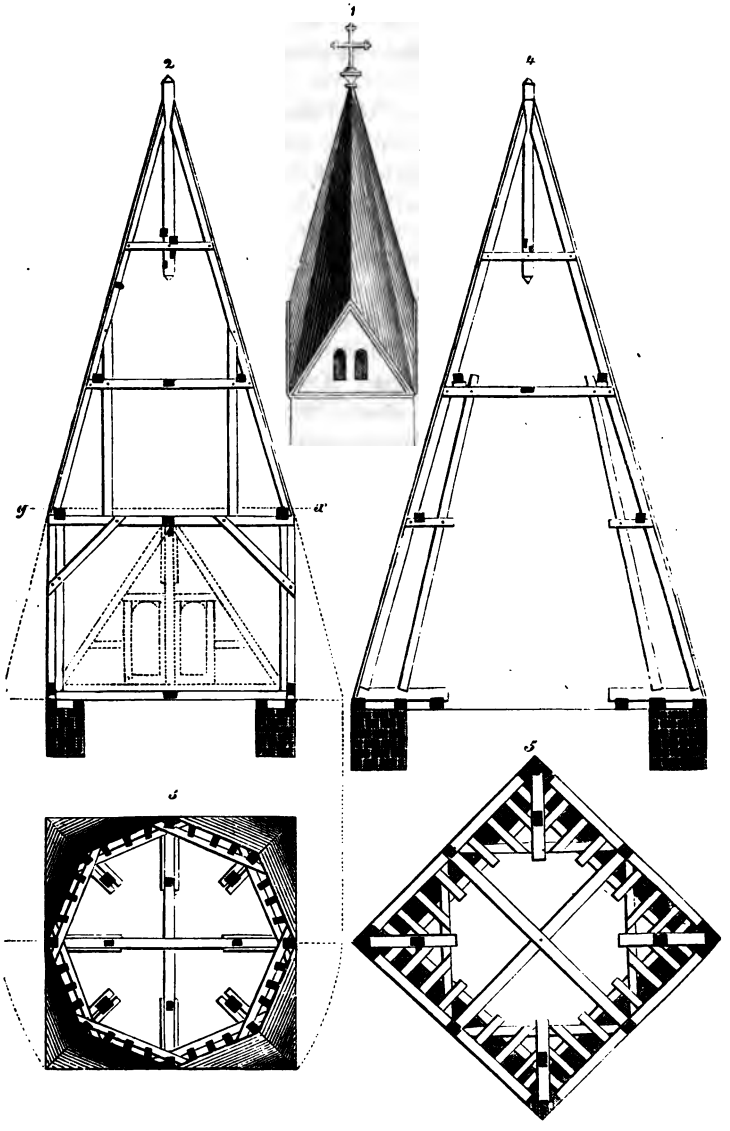


Fig. 190.



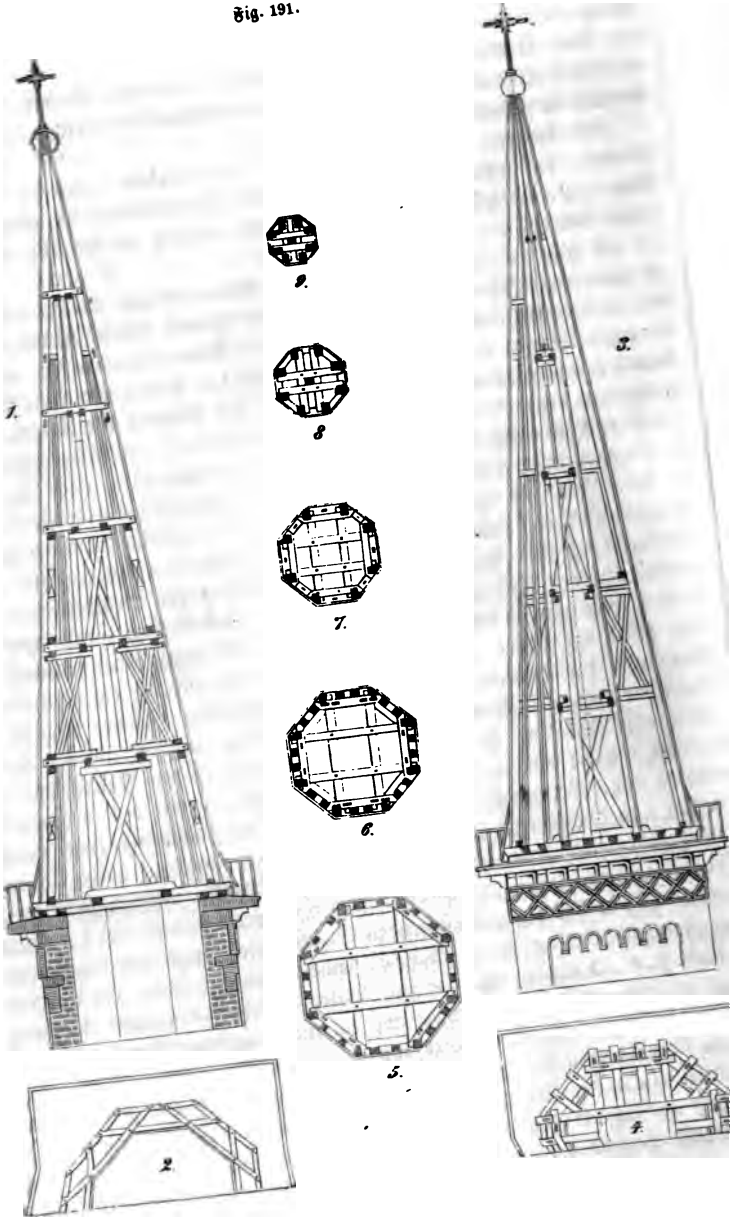
Sparrenwerke, bestehen, und nach diesen Abtheilungen ohne weitere Einrüstung aufgeschlagen werden kann.

Diese Construction ist auf Helme von bedeutenden Maßen anwendbar, wenn bei ansehnlicher Länge der Sparren die Anzahl der horizontalen Kranzschwellen vermehrt wird.

Bei Helmen ohne Giebel wird die Construction dadurch um Vieles einfacher, daß alle Grathsparren auf dem Hauptgebälke auffitzen und in Bezug auf Unterstützung und Verspannung ganz gleichmäßig behandelt werden können.

In Fig. 191 geben wir die Construction eines nach Moller's Entwurf und unter dessen Leitung ausgeführten Thurmhelmes, dessen achtseitige Pyramide, von etwas über 20 Meter Höhe bei 5 Meter Durchmesser, auf einen viereckigen Thurm der Art aufgesetzt ist, daß das weit vortretende steinerne Gesims des Thurmes eine Galerie bildet. Die Mauern des Thurmes sind im Innern, dem Grundrisse des Helmes entsprechend, achtseitig aufgeführt, so daß das Gebälke, welches auf doppelte Mauerschwellen, nach Fig. 191 Nr. 2 angeordnet, gesetzt ist, eine der Form des Helmes entsprechende Unterlage hat. Wie aus dem in Fig. 191 bei Nr. 4 abgebildeten Werksatze des Hauptgebälkes ersichtlich ist, sitzen die acht Grathsparren auf vier sich rechtwinkelig kreuzenden Balken, und die Seitenflächen der Grathsparren sind parallel mit der Richtung dieser Balken, eine Anordnung, welche von der üblichen, daß nämlich die Grathsparren nach der Richtung einer senkrecht zur Achse geführten Ebene stehen, ganz abweicht, und mit der eigenthümlichen Anordnung der Stockwerkabtheilungen zusammenhängt. Sitzen nämlich die Grathsparren, gegen jedes Ausweichen der Unterlage gesichert, auf den durchgehenden Kreuzbalken, so sind für die Zwischensparren nur Balkenstiche angeordnet, welche auf die Mauerschwellen gedollt und mit den Kreuzbalken verzapft sind. Bei den steilen Neigungswinkeln der Zwischensparren, welche, wie sich aus der weitern Beschreibung ergeben wird, nur auf halbe Thurmhöhe geführt sind, war ein Ausweichen der Stichbalken nicht zu befürchten. Der Helm ist auf seine ganze Höhe in fünf Stockwerke getheilt und bei jedem Stockwerke sind die gegenüberstehenden Grathsparren durch einen angeblatteten Zangenbalken auf gleiche Weise verbunden, wie dies in den Grundrissen 5. 6. 7. 8. 9. angegeben ist. Je zwei dieser Balken von gleicher Richtung liegen in gleicher Höhe, wogegen die zwei in entgegengesetzter Richtung liegenden auf halbe Stärke übergreifen und an der auf den vierten Theil ihrer Stärke überblatteten Kreuzungsstelle verschraubt sind. Bei den zwei obersten Gebälken rücken die Kreuzbalken so nahe zusammen, daß sie die bis dahin abwärts verlängerte Helmstange umschließen, so daß darauf die Helmstange, vermittelst oberhalb der Zangenbalken durch dieselbe getriebener Keile, v

Fig. 191.



Um nun diese Kreuzgebälke nicht allein von ihrer Anblattung abhängig zu machen, sind sie von Gebälke zu Gebälke an den Enden durch ein Bockgestelle mit Andreaskreuzen unterstützt, welche mit Schwelle und Pfette über die Grathsparren hinweggreifen, und, mit diesen überschnitten, zugleich den schwächeren Zwischensparren zur Auflage dienen. Die wechselnde Stellung dieser Bockgestelle ist aus Fig. 191 Nr. 3 zu ersehen. Um das kaum ausführbare Anschiften der Zwischensparren zu vermeiden, sind unterhalb der Stellen, wo die Schiftung beginnen würde, zwischen den Grathsparren horizontale Riegel eingelegt, welche die Enden der unteren Sparren aufnehmen, und auf welchen Riegeln ein einfacher Sparren auffitzt, welcher an der ihm zukommenden Schiftstelle wieder in einem solchen Riegel seinen Abschluß findet. Die Grathsparren sind um die Helmstange in der Art angeschiftet, daß die letztere ihre ganze Stärke behält, und der feste Anschluß wird durch einen von oben darüber geführten und fest abwärts getriebenen eisernen Reifen bewirkt.

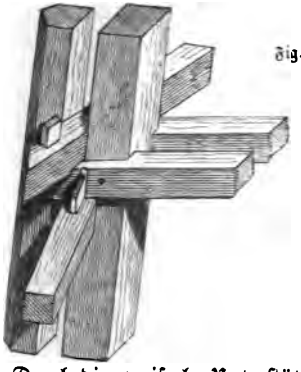
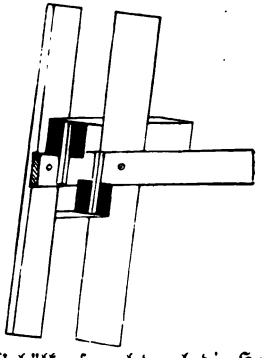


Fig. 192.



Durch die zweifache Unterstützung der Gebälke, sowol durch die Hauptgrathsparren, als auch durch die Pfetten der Andreaskreuze, wird nicht nur die Festigkeit vermehrt und die Belastung gleichmäßig vertheilt, sondern es wird, was sehr wichtig ist, das Aufschlagen des Thurmes und die Vornahme von Reparaturen dadurch sehr erleichtert. Bei dem Aufschlagen werden nämlich zuerst die vier unteren Andreaskreuze gestellt und das erste Gebälk auf dieselben gelegt. Dann werden die Grathsparren aufgestellt, deren Länge jedesmal durch zwei Stockwerke reicht, und mit den Balken verschraubt. Auf diesem festen Gerüste wird nun auf dieselbe Weise fortgefahren, und es ist nirgends eine besondere Einrüstung erforderlich.

Betrachten wir diese Construction in allen ihren Einzelheiten, so werden wir dabei allen Anforderungen, die wir an Thurmhelme stellen zu müssen glaubten, so vollkommen und dabei auf so einfach natürliche

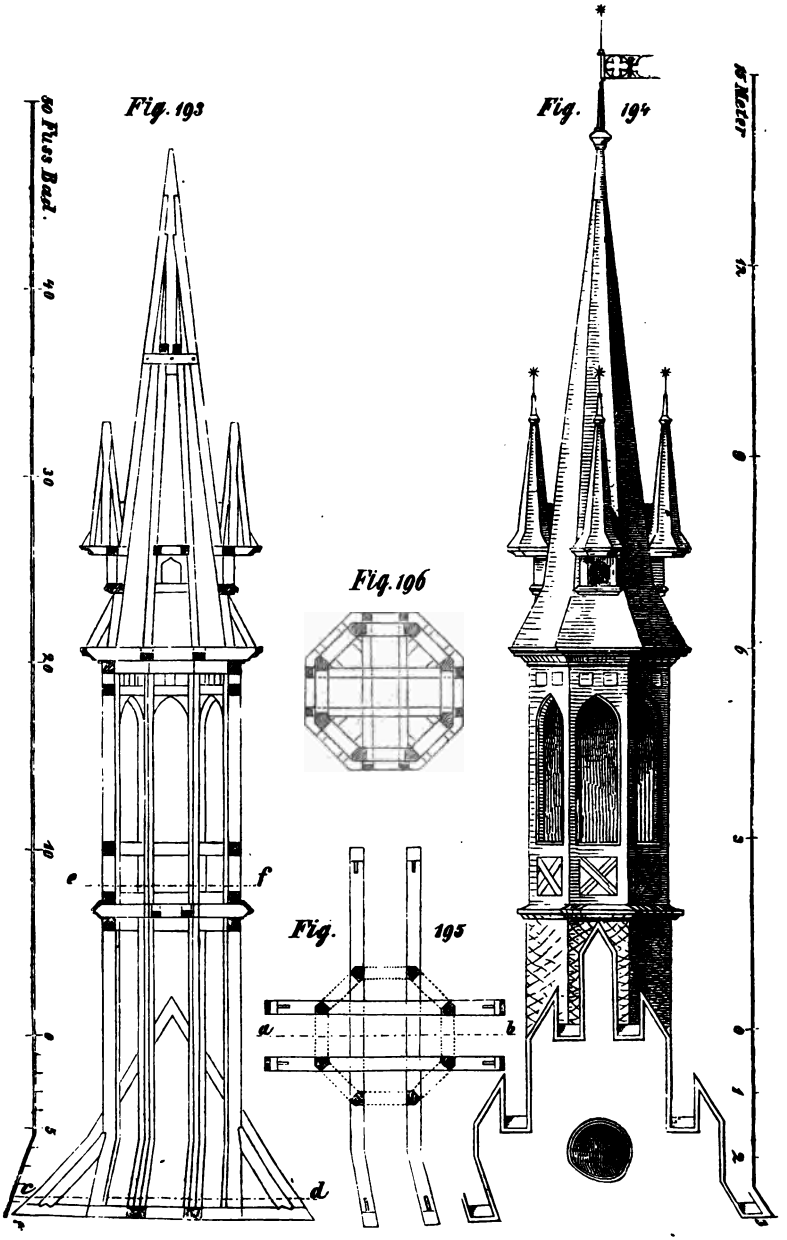


Fig. 193
Fig. 194
Fig. 195
Fig. 196
50 Fuss Bad.
40
30
20
10
0
5
15 Meter
12
9
6
3
0
1
2
a
b
c
d
e
f

Weise entsprochen finden, daß wir darin das Werk des erfahrenen Meisters erkennen müssen, welches einer wirklichen Verbesserung kaum fähig sein dürfte.

Wie die einzelnen Theile aufgeschlagen werden konnten, eben so können sie ohne Beeinträchtigung des Ganzen wieder herausgenommen werden. Die in den Fig. 184 und 185 dargestellten Helmformen tragen um deswillen Nichts zu einer Veränderung in der Construction der achtseitigen Helme bei, weil die sich an die Helme anschließenden Walmdächer ganz unabhängig von den Helmen behandelt und an den Helm die Sparren der Walmdächer stumpf angeschiftet werden.

Als die einfachste Construction schlanker Thurmhelme schlägt Moller noch vor, dadurch den Grathsparren die nöthige Steifigkeit zu geben, daß immer ein zweiter mit dem Grathsparren paralleler Pfosten in solcher Entfernung von dem Grathsparren nach innen aufgestellt wird, so daß zwischen Pfosten und Sparren in jeder Stockwerksabtheilung ein zur Verspannung erforderlicher Schwellenkranz nach Fig. 192 eingelegt werden kann. Der Schwellenkranz ruht auf angeblatteten und mit dem innern Pfosten verschraubten Doppelzangen, welche zugleich, nach dem Dachraum verlängert, das Gerüste zum Aufschlagen und Repariren abgeben. Die Kranzschwellen sind bei der Kreuzung unter sich schwach verblattet, und werden durch oben eingesetzte Keile mit den Doppelzangen fest verspannt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei dieser Verstärkung und Verspannung der Grathsparren ganz hohle Thurmhelme construirt werden können, bei welchen durchgehende Zangenbalken nur zur Verbindung der Helmstange erforderlich sind. Darnach construirte Helme in Abbildung mitzutheilen, möchte überflüssig erscheinen.

Die Restauration eines Rathhauses, dessen Erbauungszeit in die erste Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts fällt, bot dem Verfasser die Gelegenheit zur Errichtung eines Glockenthürmchens, welches auf dem Gebälke des Dachwerkes ruht und sich als sogenannter Dachreiter 15 Meter über den Dachfirst erhebt. Fig. 194 stellt die Ansicht, Fig. 193 den Querschnitt und Fig. 195 das unterste Gebälke dieses Thurmes dar. Wie aus dem Hauptgebälke Fig. 195 zu ersehen, so sitzen die acht Eckpfosten unmittelbar auf den sich rechtwinkelig kreuzenden und an den Kreuzungsstellen zur Hälfte ihrer Stärke überblatteten vier Balken und sind von diesen, über den Thurmumfang hinaus verlängerten Balken aus, durch angesetzte Büge verstrebt. Die Eckpfosten, gleich den sämmtlichen Constructionstheilen der Thurmwände aus Eichenholz angefertigt, gehen vom untersten Gebälke bis unter den Pfettenkranz des obersten Gebälkes, worauf der Helm sitzt, aus einem Stücke durch. Zur Sicherung dieser Eckpfosten gegen Ausbiegung sind in deren Mitte je

zwei einander gegenüberstehende Pfosten durch seitlich angeblattete Zangen verbunden. Diese vier Zangen bilden nach Fig. 196 zugleich das Gebälke, auf welchem der Glockenstuhl ruht. Das Gebälke des Thurmhelmes besteht, wie das unterste Hauptgebälke, aus vier sich rechtwinkelig kreuzenden Balken, welche mit den Pfettenkränzen der Thurmwände verkrümmt sind. Auf diesen vier Balken sind die acht Grathsparren errichtet, welche in derselben Weise angeordnet wurden, wie in dem früher besprochenen und Fig. 191 dargestellten Moller'schen Thurme, und mit der kurzen Helmstange durch vier Zangen verbunden sind. Bei der Eindeckung des Helmes mit Schiefer waren außer den Grathsparren keine Zwischensparren erforderlich. Zur Verspannung der Grathsparren unter einander dienen die angeblatteten Schwellenriegel der auf vier Seiten angebrachten Fahnenluken mit ihren schlanken Helmen. Der untere, sich aus dem Dache erhebende Theil des Thurmes ist bis zu dem Gurtgesimse, welches das Glockenstuhlgebälke Fig. 196 bezeichnet, mit Schiefer beschlagen. An dem oberen Theile ist alles Holzwerk gezeigt. Die unterhalb und oberhalb der Schallfenster vorkommenden Gefache sind mit Backsteinen in wechselnden Schichten gemauert, sauber geschliffen und gefugt. Die Ausbildung der Details konnte in dem kleinen Maaßstabe unserer Zeichnung nicht berücksichtigt werden.

Indem wir unsere Betrachtungen mit diesem Beispiele schließen, sprechen wir den Wunsch aus, daß der Ausbildung der Construction und der Form der Thürme die verdiente Aufmerksamkeit zugewendet werden möge.

Neunter Abschnitt.

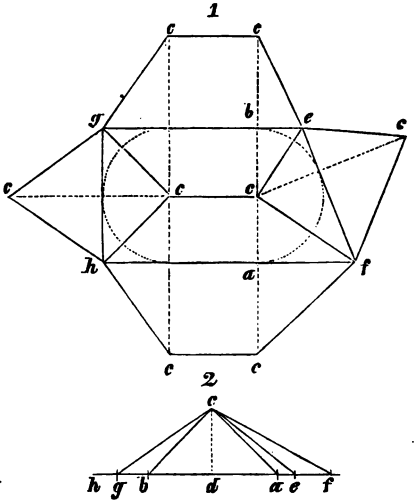
Von den Dachzerlegungen.

Um bei Walmdächern und bei Dächern mit Widerkehr die Anfallspunkte der Walmen und Kehlen, die Richtung der Firstlinien, Gräthe und Kehlen, und bei windschiefen Dächern auch die Krümmung der Grath- und Kehllinien bestimmen zu können, ist es nöthig, eine genaue Zeichnung dieser Linien auf den Werksatz zu tragen, um darnach die Balkenlage anzuordnen, und die Grath- und Kehlsparren sammt den anschließenden Schiftsparren herauszutragen. Da bei diesem Aufzeichnen die Gesammtdachfläche in ihre *einzelnen Theile* zerlegt werden muß, so begreift man das dabei einzuhaltende *Verfahren* unter dem Namen der Dachzerlegung. Dachverfällung

wird dieses Verfahren zuweilen benannt, weil durch die Theilung der einzelnen Dachflächen zugleich deren Gefälle oder Abfall bestimmt wird.

Wir werden die erstere Benennung als die das Verfahren bezeichnendere beibehalten. Den Winkel, welchen die Dachflächen gegen die horizontale Grundfläche einschließen, werden wir als Dachröfche bezeichnen. — Wenn alle Dachflächen gleiche Röfche haben, so wird dadurch den Anforderungen an die Festigkeit des Dachwerkes und an die gleichmäßige Ableitung des Wassers entsprochen, und es ergiebt sich daraus die Regel: den Walmen gleiche Röfche mit den anschließenden Langseiten des Daches zu geben, und durch die Firstlinie die Grundfläche zu halbiren. Abweichungen von dieser Regel müssen durch besondere Umstände geboten sein, wie etwa bei Thürmen, wo die Form des Daches eine bestimmte und von anderen Dächern sehr abweichende Zerlegung vorschreibt. Wenden wir diese Regel auf die Zerlegung des Daches nach Fig. 197 an, so werden wir auf dem Werksatze wie folgt zu verfahren haben. Bei gleicher Breite des Daches wird auf gleicher Entfernung von den Grundlinien der Langseiten die Firstlinie cc aufgeschnürt. Um auf dieser Firstlinie die Anfallspunkte der beiden Walmen zu bestimmen, wird eine Schnur auf die Länge von der halben Dachbreite gespannt und mit dem einen Ende derselben auf der Firstlinie so lange gegen die Grundlinie der Walmen vorgefahren, bis ein mit dem andern Ende gezogener Kreis die Grundlinie der Walmen, eben so wie die Grundlinien der Langseiten, schneidet. Die Mittelpunkte dieser Kreise werden nun als die Anfallspunkte der Walmen auf der Schnurlinie bezeichnet, und von diesen Punkten aus die Grathlinien nach den entsprechenden Ecken aufgeschnürt. Da bei gleichen Dachröfchen die also gefundenen Grathlinien zugleich die Winkel der Ecken, von denen aus sie nach den Anfallspunkten geführt sind, halbiren, so könnten die Anfallspunkte an der Firstlinie auch durch die Halbirung der Winkel von den Ecken der Grundfigur aus gefunden werden. Dieses Verfahren ist aber auf dem Werksatze nicht anwendbar.

Fig. 197.



Ist die Dachhöhe bestimmt, so kann die wirkliche Länge der Grathlinien

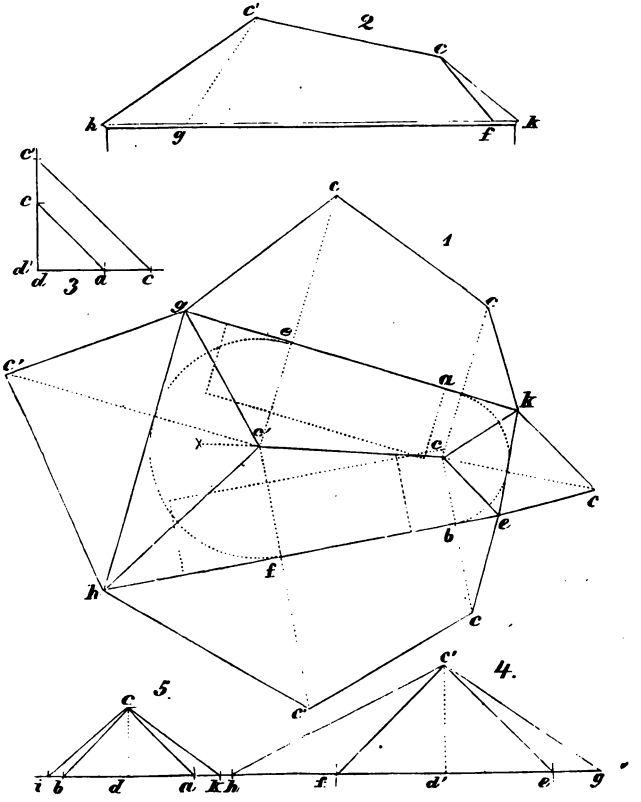
entweder nach Fig. 197 Nr. 2 in der Weise construirt werden, daß in dem durch den Anfallspunkt geführten Durchschnitte von dem Fußpunkte *d* einer von dem Anfallspunkte *c* auf der Grundlinie *a b* errichteten Senkrechten die Abmessungen der im Grundrisse verzeichneten Grathlinien *e c - f c - c h - c g* auf der Grundlinie von *d* nach *e*, nach *f*, nach *g* und nach *h* angetragen, und von diesen Punkten die geraden Linien nach dem Anfallspunkte *c* gezogen werden; oder es werden im Grundrisse, nach Fig. 197 Nr. 1, von den Anfallspunkten *c* Senkrechte gegen die Grundlinien errichtet, an diese Senkrechten die gleiche Länge der aus dem Querschnitt 2 sich ergebenden Dachlinien *a c* und *b c* angetragen, und von den angetragenen Punkten die Verbindungslinien nach den zugehörigen Ecken gezogen. In beiden Fällen geben die von den Anfallspunkten nach den Eckpunkten gezogenen geraden Linien die wirkliche Länge der Grathlinien an. Wird das Gespärre auf dem Werksatze zugelegt und auf dem Werksatze geschiftet, so wird das nach 1 angegebene Verfahren eingehalten, wogegen beim Schiften auf dem Bunde nach 2 verfahren wird. Bei dem Verfahren nach 1 müssen wir uns die Dachflächen um die Grundlinien gedreht und bis zur Horizontalebene, hier dem Werksatz, umgeklappt denken, und der Zimmermann führt diese Operation ohne Ueberschreitung der Grenzen des Werksatzes aus, indem er das Umklappen der Dachflächen um ihre Grundlinien nach dem Werksatze hin vornimmt und auf diesen die Grathlinien aufschnürt. Denken wir uns die Dachflächen nach außen umgeklappt und die Anfallspunkte *c c* unter sich durch gerade Linie verbunden, so erhalten wir zugleich das vollständige Netz des Dachkörpers, und in den umgeklappten Flächen die Dachflächen in ihren wirklichen Abmessungen.

Die Zerlegung der Dachflächen bei einem unregelmäßigen länglichen Viereck von ungleicher Breite läßt drei verschiedene Auffassungen zu. Wir werden hiernach, mit Beibehaltung derselben Grundfigur, drei verschiedene Lösungen zu betrachten haben.

Die erste Auffassung ist die, nach der für Walmdächer im Allgemeinen aufgestellten Regel, daß alle Dachflächen gleiche Dachrösche haben sollen. Die Firstlinie wird durch die Halbirungslinie der Grundfigur nach der Länge auf dem Werksatze aufgeschnürt, und es wird dabei, da diese Linie den Winkel halbiren muß, welchen die beiden Seiten gegen einander bilden, so verfahren, daß man nach der punktirten Einzeichnung in Fig. 198 in gleichen Abständen von beiden Seitenlinien damit parallele Linien zieht, welche innerhalb die Figur schneiden, und daß man nun den eingeschlossenen Winkel von der Spitze aus halbirt. Auf dieser Halbirungslinie werden nun die Anfallspunkte für die beiden Walmen vermittelst einer Schnur aufgesucht, deren *eines Ende so lange* auf der Halbirungslinie fortbewegt wird, bis das andere *Ende, im Kreise* nach den drei Seiten geführt, an diesen drei Seiten schneidet.

ie auf diese Weise gefundenen Anfallspunkte, hier c und c', werden nun n den Umfangslinien ungleich entfernt sein, und, bei der Annahme gleicher achröfche, wenn wir nach Fig. 198 Nr. 3 von dem Fußpunkte der über cc' führten Senkrechten diese Abstände antragen und darnach die Dachröfche ter gleichem Winkel führen, auch in verschiedener Höhe liegen müssen. Der rst wird hiernach von dem Anfallspunkte c nach dem höher gelegenen

Fig. 198.

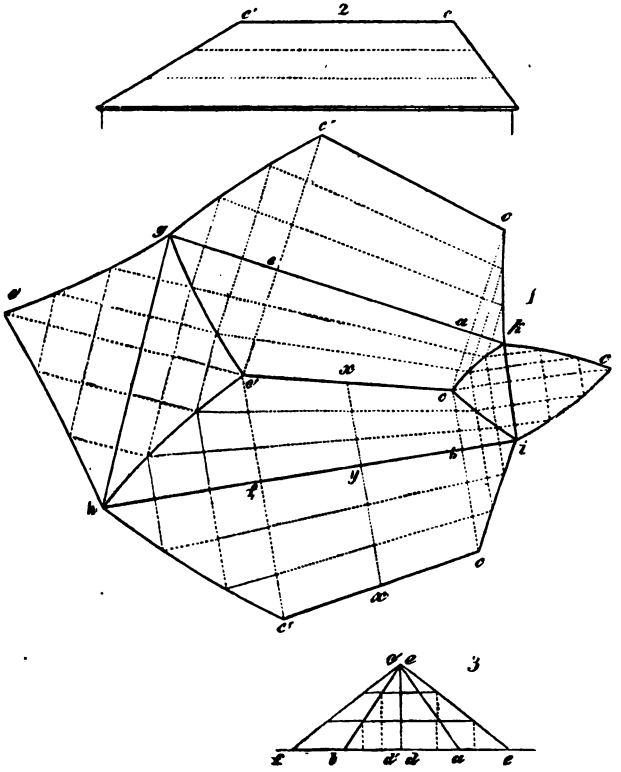


ıfallspunkte c' ansteigen, wie aus Fig. 198 Nr. 2 zu ersehen ist. Zum Aus- :gen der Grathlinien sind zwei Durchschnitte nach den Anfallspunkten c und erforderlich, und es wird dabei, wie im ersten Beispiele angeführt, verfahren.

Die zweite Auffassung setzt einen horizontalen First voraus und bedingt :rnach windschiefe Flächen für die Langseiten des Daches, während die ialmen aus ebenen Flächen bestehen. Die Firstlinie wird wie in Fig. 198

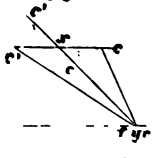
und eben ſo werden die Anfallspunkte c' und c in gleicher Entfernung von den entſprechenden Seiten der Grundfläche beſtimmt. Die Grathlinien werden als Durchſchnittslinien von windſchiefen mit ebenen Flächen gekrümmt,

Fig. 199.



und nach der Annahme conſtruirt, daß die windſchiefen Dachflächen durch die Fortbewegung gerader, aber unter verſchiedenen Winkeln gegen die Horizontalebene geneigter Linien gebildet werden, welche die Grundlinien $k g$ und $i h$ und die Firſtlinie $c c'$ zu Leitlinien haben. Denken wir uns nach 3 die Durchſchnitte des Daches durch die beiden Anfallspunkte c und c' und dieſe wieder durch horizontale Ebenen in gleichen Entfernungen von einander geſchnitten, ſo werden die Seiten der Dreiecke $a b c$ und $c' e f$ in eben ſo viel gleiche Theile geſchnitten, als wir horizontale Ebenen angenommen haben. Von dieſen Schnittpunkten Senkrechte gegen die Grundfläche

Fig. 200.



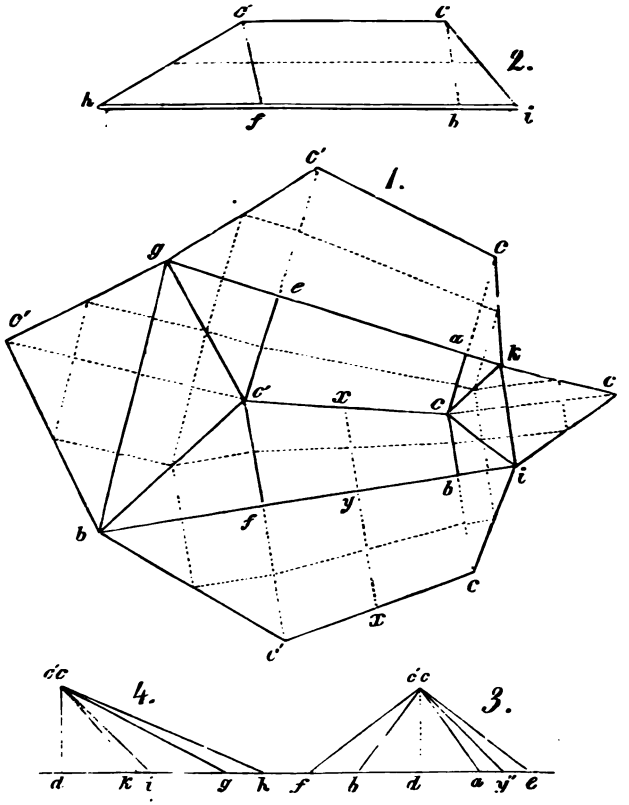
errichtet, wird auch die Entfernung dieser Senkrechten bei jedem Dreiecke eine gleiche sein. Tragen wir diese Entfernungen in Nr. 1 an die entsprechenden Linien ac und bc, sowie ec' und $c'f$, und verbinden die Theilungspunkte der Linien ac und bc mit den entsprechenden Theilungspunkten der Linien ec' und $c'f$ durch gerade Linien, so werden diese geraden Linien die Durchschnittslinien der in Nr. 3 angenommenen Horizontalebenen mit den windschiefen Flächen darstellen. Die Durchschnittslinien der Horizontalebenen mit den ebenen Flächen der Walmen sind parallel mit den Grundlinien der Walmen, und gehen durch Theilungspunkte, welche in gleichen Abständen mit den Theilungspunkten von dem zugehörigen Anfallspunkte nach der Grundlinie der windschiefen Flächen liegen. Die Durchschnittspunkte der zu gleichen Horizontalebenen gehörigen Durchschnittslinien, unter sich durch eine stetige krumme Linie verbunden, stellen die Grathlinien dar. Die wirkliche Krümmung der Grathlinien wird erhalten, wenn die Dachflächen um ihre zugehörigen Grundlinien bis zur Horizontalebene umgeklappt werden.

Bei dem Umklappen der windschiefen Flächen ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Durchschnittslinien senkrechter Ebenen im Netze nicht in eine Ebene zusammenfallen. Nehmen wir zwischen den Anfallspunkten c und c' in der Mitte eine Durchschnittslinie xy an und tragen nach Fig. 200 die verschiedenen Neigungswinkel der drei Durchschnittslinien bc, xy und $c'f$ an, so werden wir den Anfallspunkt c abwärts und den Anfallspunkt c' aufwärts in Kreisbogen bis zur mittlern Durchschnittslinie zu führen haben, wenn sie mit derselben in eine Ebene fallen sollen. Wie bei der Firstlinie, so ist auch die Drehung der horizontalen Durchschnittslinien beim Umklappen zu berücksichtigen und bei genauer Bestimmung der Grathpunkte in der windschiefen Fläche ähnlich wie in Fig. 200 zu verfahren. Da aber die Grathlinien bei den anschließenden Walmen genau dieselben sind, so können sie viel einfacher aus den umgeklappten Walmflächen entnommen werden.

Die dritte Auffassung geht ebenfalls, wie die zweite, von einer gleichen Firsthöhe aus; es sollen aber die in der Ausführung schwierigen und zugleich unschönen, krummen Grathlinien vermieden werden. Es werden zu dem Ende nur die, zwischen den Anfallspunkten cc' Fig. 201 Nr. 1 durch senkrechte, von diesen gegen die Umfangslinien geführten Ebenen eingeschlossenen Dachflächen $aecc'$ und $bfcc'$ als windschiefe Flächen behandelt, wogegen die an die Walmflächen schließenden Dreiecke egc', fhc', akc und ibc ebene Flächen sein müssen. Denken wir uns nach dieser Annahme den Dachkörper wieder, wie in Fig. 199, durch horizontale Ebenen in gleichen Abständen geschnitten, so werden die Durchschnittslinien der windschiefen Dachflächen und der daran grenzenden Dreiecksebenen durch dieselben Theilungspunkte gehen, von den Durchschnittslinien der, von den Anfallspunkten gegen die Grundlinien senk-

recht geführten Ebenen aber ihre Richtung in der Weiſe verändern müſſen, daß die Durchſchnittslinien der Dreiecksebenen parallel mit den zugehörigen Grundlinien gehen, wogegen die Durchſchnittslinien der windſchiefen Flächen von der größern nach der geringern Dachbreite verjüngt zulaufen. Es entſtehen hiernach, beim Anſchluſſe der windſchiefen Flächen an die Dreiecksebenen, Brüche in den Dachflächen der Langſeiten, welche auf der einen Seite kehlartig einwärts gehen, auf der andern Seite vortretende Gräthe bilden.

Fig. 201.

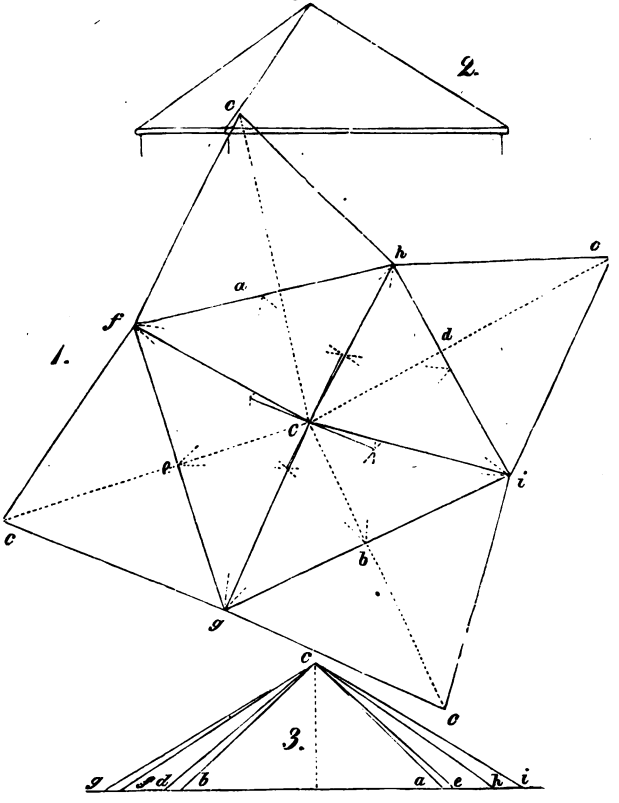


Werden die Dachflächen der Langſeiten bis zur Horizontalebene umgeklappt, ſo werden auch die Grundlinien von den Fußpunkten *a e* und *b f* aus gebrochen werden müſſen, weil jede Dachfläche der Langſeiten aus drei Theilen, *einer windſchiefen* Fläche und zwei Dreiecksebenen, beſteht.

Bei der Ueberdachung eines unregelmäßigen Vierecks, deſſen Seiten

nicht so ungleich lang sind, daß eine Firstlinie angenommen werden kann, wird ein vierseitiges Walmdach angewendet, und es vereinigen sich die vier Walmdächer in einem gemeinsamen Anfallspunkte, dem Firstpunkte, welcher senkrecht über dem Schwerpunkte der Grundfigur angenommen wird. Der Schwerpunkt der Grundfigur wird gefunden, indem man das Viereck durch zwei, von gegenüber gelegenen Ecken gezogene gerade Linien in vier Dreiecke

Fig. 202.

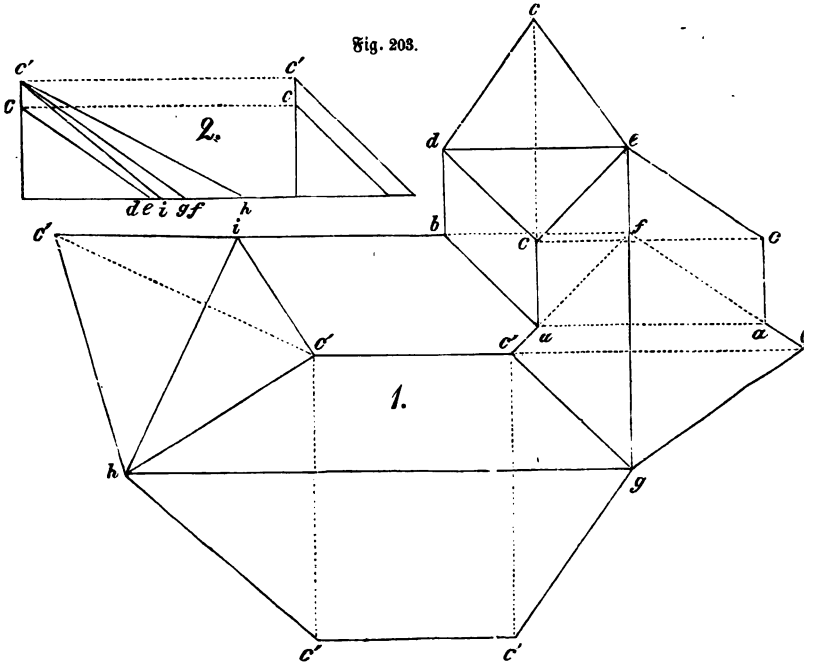


zerlegt, für jedes dieser Dreiecke den Schwerpunkt aufsucht und die Schwerpunkte zweier gegenüberliegender Dreiecke durch gerade Linien, welche Schwerlinien genannt werden, verbindet. Der Durchschnittspunkt beider Schwerlinien ist der Schwerpunkt der ganzen Figur. Der Schwerpunkt der Dreiecke liegt in dem Durchschnitte zweier gerader Linien, welche von dem Halbirungspunkte der Seiten nach der gegenüber gelegenen Ecke gezogen werden. In

Fig. 202, welche die Zerlegung eines solchen Daches darstellt, ist die Construction der Schwerpunkte punktirt eingezeichnet.

Andere Zerlegungen, als die in den vorhergehenden Beispielen betrachteten, kommen bei Dächern über geradlinig begrenzten Grundflächen nicht vor, und es hängt bei unregelmäßigen und zusammengesetzten Dächern von der Form der Grundflächen und den Anforderungen in Bezug auf zweckmäßige Ableitung des Wassers ab, welche nach den in Fig. 198, 199 und 200 gegebenen verschiedenen Auffassungen bei der Dachzerlegung Anwendung

Fig. 203.



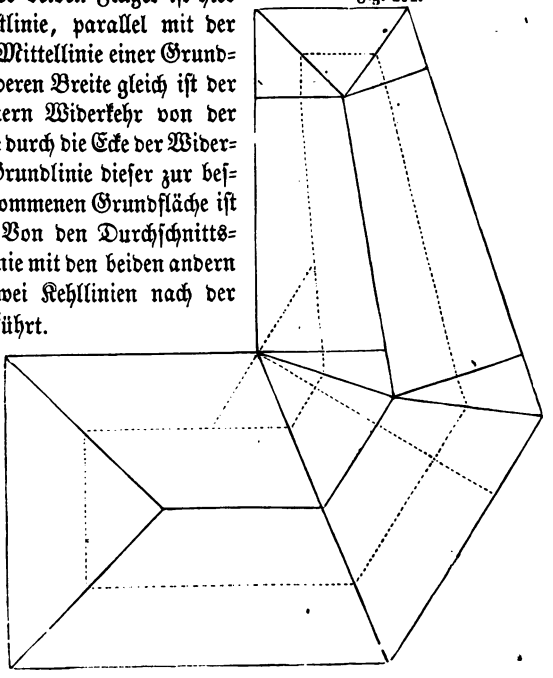
finden kann. Es können Fälle vorkommen, wo die Zerlegung zusammengesetzter Dächer nach den drei verschiedenen Auffassungen angeordnet werden muß. Fig. 203 giebt ein Walmdach von ungleicher Breite mit Widerkehr, bei welchem eine gleiche Dachrösche angenommen ist. Bei der Zerlegung dieses Daches werden zuerst die Firstlinien und die Anfallspunkte der Walmen für das breitere Dach bestimmt, und von diesem aus nach den entsprechenden Ecken die Grathlinien gezogen. Sodann wird die Firstlinie für das schmälere Dach nebst dem Anfallspunkte für den Walmen bestimmt, es

den die Grathlinien des Walmens gezogen, und von dem Durchschnitts-

punkte der Firstlinie mit der Grathlinie des an die Widerkehr fallenden Walmens von dem breitern Dache die Kehllinie *a b* nach der Ecke der innern Widerkehr. Die Walmfläche des breiten Daches fällt mit der Langseite des schmälern Daches an der äußern Widerkehr zusammen, und bildet mit diesem eine zusammenhängende Dachfläche.

Fig. 204 stellt ein zusammengesetztes, unregelmäßiges Walmdach mit Widerkehr und gebrochener Ecke dar, bei dessen Zerlegung eine gleiche Firsthöhe und die Vermeidung krummer Grath- und Kehllinien angenommen ist. Zu den Firstlinien der beiden Flügel ist hier noch eine dritte Firstlinie, parallel mit der gebrochenen Ecke, als Mittellinie einer Grundfläche angenommen, deren Breite gleich ist der Entfernung der innern Widerkehr von der gebrochenen Ecke. Die durch die Ecke der Widerkehr angenommene Grundlinie dieser zur bessern Zerlegung angenommenen Grundfläche ist punktirt angegeben. Von den Durchschnittspunkten dieser Firstlinie mit den beiden andern Firstlinien werden zwei Kehllinien nach der innern Widerkehr geführt.

Fig. 204.

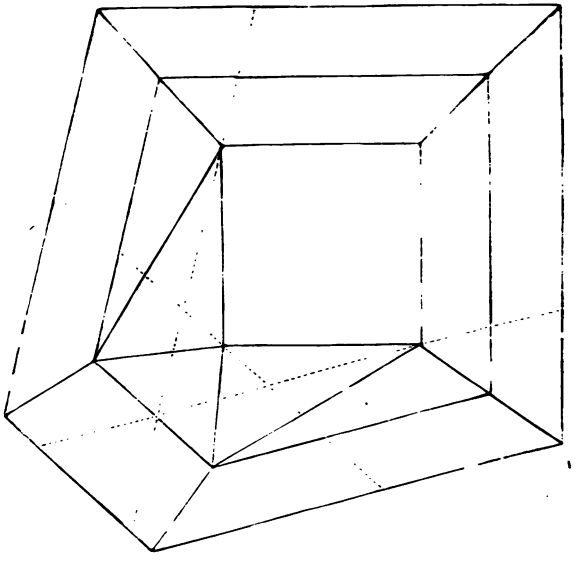


Durch diese Anordnung eines besondern Firstes für die Ueberdachung von der gebrochenen Ecke nach der innern Widerkehr war es möglich, allen Dächern, innerhalb der zugehörigen Firste, von den einzelnen Punkten aus auf beiden Seiten gleiche Neigungswinkel zu geben und allzu flache Kehlen zu vermeiden. Zur Beseitigung krummer Grathlinien sind, wie aus den in Fig. 204 punktirt gezeichneten Durchschnittslinien einer in halber Dachhöhe durchgeführten Horizontalebene zu ersehen, die windschiefen Flächen des Armes von ungleicher Breite, durch Dreiecksebenen, sowol senkrecht von den Anfallspunkten der Walmen, als auch senkrecht von der innern Ecke der Widerkehr abgeschlossen.

Bei Fig. 205 ist angenommen, daß Gebäude von theils regelmäßiger, theils unregelmäßiger Grundform einen regelmäßigen quadraten Hof um-

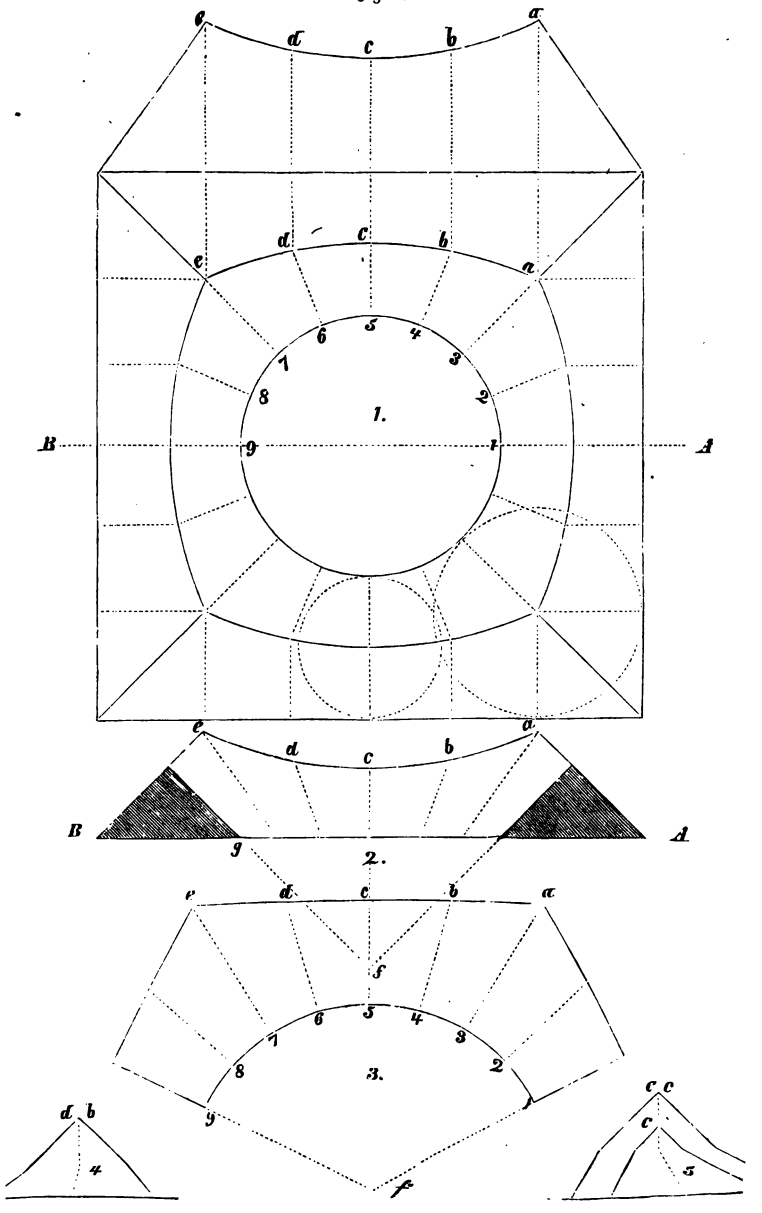
geben. Bei der Zerlegung der Dächer sollen windschiefe Flächen vermieden werden, und die unregelmäßige Form der Grundflächen nach außen durch horizontale und mit den äußeren Begrenzungslinien parallele Firste versteckt sein. Hiernach sind die Firstlinien für die unregelmäßigen Grundflächen so angeordnet, daß sie die Mittellinien von angenommenen regelmäßigen Grundflächen darstellen, deren innere Begrenzungslinien parallel mit den äußeren, nach der punktirten Einzeichnung von der zunächst gelegenen innern Ecke aus geführt sind. Für die äußeren gebrochenen und stumpfen Ecken sind, wie im vorhergehenden Beispiele, besondere Firstlinien angeordnet. Zur Ueberdachung der Dreiecke von den unregelmäßigen Vierecken, welche bei den Dächern mit parallelen Firsten unberücksichtigt geblieben waren, werden gegen die Kehlen der anschließenden Dächer besondere Dachflächen eingelegt.

Fig. 205.



Nehmen wir nach Fig. 206 an, daß ein quadrates Gebäude einen kreisrunden Hof umschließe, so wird die Dachzerlegung so anzuordnen sein, daß senkrechte Ebenen, sowol senkrecht gegen die äußeren Begrenzungslinien, als auch normal gegen den Mittelpunkt des Kreises geführt, die Dachflächen in geraden Linien schneiden, daß sonach alle Dachsparren gerade werden. Hieraus ergiebt sich, daß eine gleiche Dachröschе beibehalten werden muß, *wenn die Dachflächen* nicht windschief und gedreht werden sollen, und daß die *Firstlinie gekrümmt* wird und abwechselnd steigt und fällt. Dies voraus-

Fig. 206.

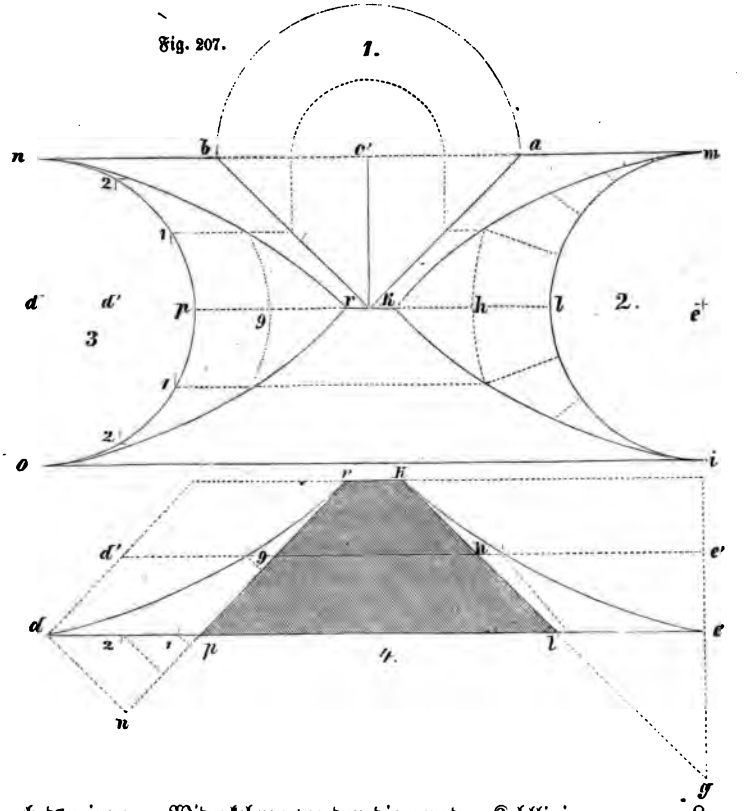


gesetzt, werden die Grathlinien der äußeren Dachflächen nach der Diagonale des Quadrates gehen und verlängert sich im Mittelpunkte des Kreises schneiden. Die höchsten Punkte der Firstlinie liegen in diesen Diagonalen und zwar im Mittelpunkte eines Kreises, welcher, innerhalb der Fläche beschrieben, sowol die innere Begrenzungslinie als auch die äußeren Seiten des Rechteckes schneidet. Die Zwischenpunkte zur Verzeichnung der gekrümmten Firstlinie werden auf geraden Linien, welche von dem Mittelpunkte des Kreises gezogen werden, auf dem Werksatze vermittelst einer Schnur aufgesucht, deren eines Ende so lange auf diesen Linien gerückt wird, bis das andere Ende sowol den Kreis als auch die äußere gerade Begrenzungslinie schneidet, wie dies in Fig. 206 Nr. 1 punktirt angegeben ist. Die inneren, an den kreisrunden Hofraum anschließenden Dachflächen bilden einen Theil der Oberfläche eines abgestutzten Kegels, dessen Spitze in einer durch den Mittelpunkt des Kreises errichteten Senkrechten sich da befindet, wo die den Neigungswinkel des Daches einschließenden Linien, abwärts verlängert, sich schneiden. Da die Kegelspitze von der Peripherie des Kreises gleichweit entfernt ist, so wird beim Austragen der innern Dachfläche die Spitze des Kegels den Mittelpunkt eines Kreises bilden, dessen Halbmesser gleich ist der Länge der Linie fg Fig. 206 Nr. 2 von der Spitze bis zum horizontalen Schnitt des Kegels. Nehmen wir an dem Umfange des Kreises Fig. 206 Nr. 1 eine gleiche Theilung für die, von dem Mittelpunkte ausgehenden geraden Linien zur Bestimmung der Fußpunkte an, so haben wir dieselbe Theilung an den, für das Netz der innern Dachfläche von der Spitze des Kegels aus beschriebenen Kreis anzutragen, von diesen Theilungspunkten ebenfalls gerade Linien nach dem Mittelpunkte f zu ziehen und an diese Linien die, aus dem senkrechten Durchschnitt 2 nach der angenommenen gleichen Dachrösche construirten wirklichen Längen dieser Linien anzutragen. Da der aus der Spitze des Kegels beschriebene Kreis einen größern Durchmesser als der Kreis des horizontalen Kegeldurchschnittes im Grundriß Nr. 1 hat, so wird die entwickelte Oberfläche nur einen Kreisabschnitt bilden, wie aus der Fig. 204 Nr. 3 dargestellten Hälfte zu ersehen. Die Entwickelung der äußeren Dachflächen, welche ebene Flächen sind, bedarf keiner weitern Erläuterung; sie werden um die Begrenzungslinie bis zur Horizontalebene umgeklappt.

In Fig. 207 geben wir drei verschiedene gekrümmte Walmen, und zwar bei Nr. 1 einen im Halbkreis auswärts gekrümmten Walmen, eine sogenannte Chorhaube, bei Nr. 2 einen im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen in Form eines Kegels, und bei Nr. 3 einen im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen in Form eines schiefen Cylinders. Die Grundflächen *haben gleiche* Breite, so daß bei gleicher Dachrösche Fig. 207 Nr. 4 den *Querschnitt* der drei Dächer darstellt.

Bei der Zerlegung dieser Dachflächen ist zuerst an den in der Mitte der Grundfläche liegenden und sich rechtwinkelig kreuzenden Firstlinien die Lage der drei Anfallspunkte für die Walmen zu bestimmen, welche hier, nach der Annahme gleicher Dachröfche, in gleicher Entfernung von der Peripherie der zugehörigen Kreise, wie die Firstlinien von den zugehörigen parallelen Grundlinien, anzutragen sind. Von dem Kreuzungspunkte der Firstlinien

Fig. 207.



nach den inneren Widerkehren werden die geraden Kehllinien gezogen. Legen wir auf halbe Höhe eine Horizontalebene durch, so werden die Durchschnittspunkte dieser Ebene die Halbirungspunkte der Seiten sein und die Durchschnittslinie an der Kegeloberfläche der Chorhaube ebenfalls ein Halbkreis von dem halben Durchmesser des untern. Die Durchschnittslinien der Horizontalebene mit den an die Chorhaube anschließenden Dachflächen sind parallel mit den *Firstlinien*, und haben beim Anschluß an die Chorhaube mit der

Kreisdurchschnittslinie gemeinsame Durchschnittspunkte, so daß also beim Anschluß der Chorhaube kein Bruch in der Dachfläche entsteht. Bei der Entwickelung der Chordachfläche ist der Halbkreis im Grundriß in eine Anzahl gleicher Theile zu theilen, und es sind dieselben Theile nach Fig. 208 an einen Kreisbogen zu tragen, dessen Durchmesser gleich ist der Länge der Dachseiten *a c* und *b c*. Werden die Endpunkte *a* und *b* durch gerade Linien mit dem Mittelpunkte *c* verbunden, so stellt dieser Kreisausschnitt die Kegeloberfläche der Dachhaube dar.

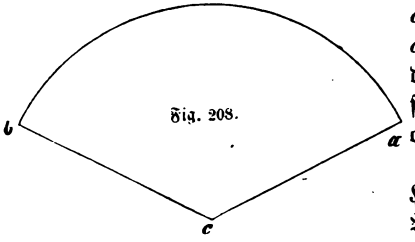


Fig. 208.

Die Grathlinie für den im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen 2, welcher nach der Oberfläche eines Kegels gebildet sein soll, entsteht aus dem Schnitte der geneigten ebenen Dachflächen mit der Kegeloberfläche. Denken wir uns nach Fig. 207 Nr. 2 den Dachkörper nach der Linie *e' d'* der Länge nach durchschnitten, so wird der Punkt *g*, wo die abwärts verlängerte Durchschnittslinie des Walmens die durch den Mittelpunkt des Kreises errichtete Senkrechte schneidet, die Spitze des Kegels darstellen, von welchem der Walmen einen Theil der Oberfläche bildet. Legen wir nun, wie bei der Chorhaube, auf halbe Höhe eine Horizontalebene durch, so wird die Durchschnittslinie dieser Ebene an dem Kegel eine Kreislinie von dem Halbmesser *e' h* sein. Beschreiben wir nun in dem Grundrisse Nr. 2 aus dem Mittelpunkte *c* eine Kreislinie mit dem Halbmesser *c' h*, so werden die Durchschnittspunkte dieses Kreises mit den Durchschnittslinien der Horizontalebenen an den Langseiten des anschließenden Daches und zugleich an der Kegeloberfläche des Walmens liegen, mithin Grathpunkte sein. Sollen mehrere Punkte zur Verzeichnung der gekrümmten Grathlinien bestimmt werden, so sind mehrere Horizontalebenen durch den Dachkörper zu legen und für dieselben die entsprechenden Durchschnittslinien *an dem Kegelwalmen* und an den anschließenden Langseiten, wie angegeben, *zu zeichnen*.

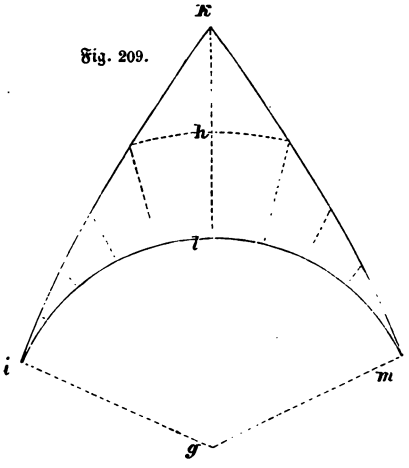
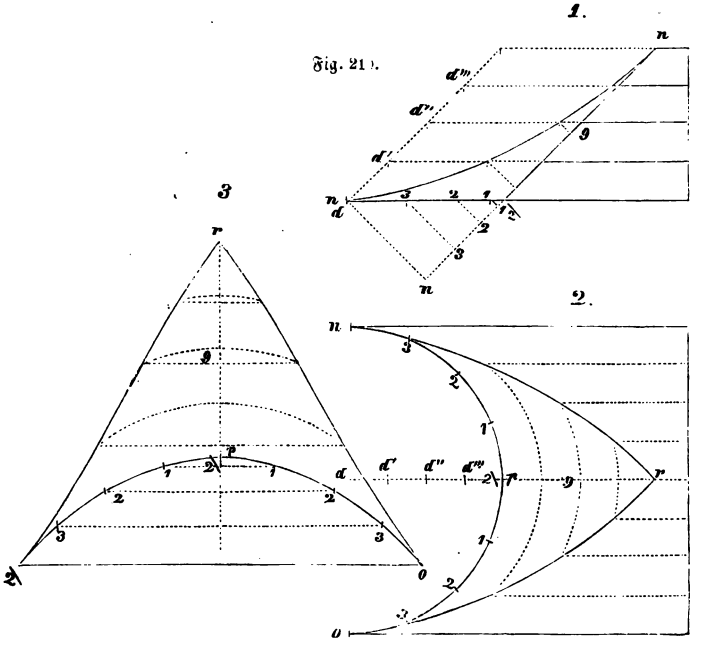


Fig. 209.

Bei der Aufwickelung der Walmfläche ist wieder die Kreislinie im Grundriß Nr. 2 in eine Anzahl gleicher Theile zu theilen und dieselbe Theilung nach Fig. 209 an einen Kreis zu tragen, welcher mit dem Halbmesser $g\,l$ zu beschreiben ist; sodann ein zweiter Kreis, aus demselben Mittelpunkt g, mit dem Halbmesser $g\,h$ zu ziehen und an diesen die in dem Grundrisse an dem über h geführten Kreisbogen vorgenommene Theilung anzutragen. Die über die äußersten Theilungspunkte und den Firstpunkt k geführten krummen Linien $m\,k$ und $i\,k$ stellen nun die Grathlinien in ihrer wirklichen Länge und Krümmung dar.

Fig. 21.



Bei dem ebenfalls im Halbkreis einwärts gekrümmten Walmen Fig. 207 Nr. 3 ist angenommen, daß die Walmfläche der Oberfläche eines geneigten Cylinders entspreche. Die Neigung des Cylinders wird durch die im Längendurchschnitte Nr. 4 Fig. 207 mit $p\,r$ bezeichnete Durchschnittslinie, die Dachrösche, bestimmt. Mit dieser Durchschnittslinie, welche eine erzeugende Linie des schiefen Cylinders ist, ist die Achse des Cylinders parallel, und es wird die Durchschnittslinie der auf halber Dachhöhe durchgeführten Horizontalebene ein Kreisbogen sein, dessen Mittelpunkt in dem Durchschnitte d' der Horizontalebene mit der Achse des Cylinders liegt, und welcher gleichen Halbmesser

mit dem untern Kreise der Grundfläche hat. Die Durchschnittspunkte dieses aus d' beschriebenen Kreisbogens, mit den Durchschnittslinien der Horizontalebene an den geneigten Dachflächen der Langseiten, sind Grathpunkte.

Bei der Aufwickelung der cylindrischen Walmfläche bilden die horizontalen Schnittlinien keine Kreisbogenabschnitte, sondern Theile einer ellipsenähnlichen Curve, welche nach Fig. 210 Nr. 1 so construirt wird, daß wir die Durchschnittslinie $p r$ als die Projection der Ebene betrachten, gegen welche beim Umklappen die Bewegung der im Grundriß angenommenen senkrechten Ebenen stattfindet. Tragen wir beim Aufzeichnen des Netzes Fig. 210 Nr. 3 die Linie $p g r$ als Mittellinie auf und errichten auf einer Verlängerung unterhalb p, in den Abständen der in Fig. 210 Nr. 1 angegebenen senkrechten Bewegungsebenen der Theilungspunkte, senkrechte Linien, so sind dies die Linien, in welchen die entsprechenden Theilungspunkte liegen müssen. Wir können sonach die im Grundriß angenommenen Theile, von der Mittellinie ausgehend, in den Zirkel nehmen und, von Linie zu Linie überspringend, schneiden. Da alle Schnittlinien horizontaler Ebenen an dieser Walmfläche Kreise von gleichem Halbmesser bilden, sonach gleich sind, so kann die einmal construirte Curve für den untern Halbkreis auch zu allen ebenen horizontalen Schnittlinien benutzt werden, wenn darauf, von der Mittellinie aus, die im Grundriß für jede Schnittlinie einer durchgelegten Horizontalebene angenommene Theilung angetragen und der durch das Auftragen der Theile gefundene Abschnitt von der für den Halbkreis construirten Curve für die entsprechende Schnittlinie der Netzfläche genommen wird.

In den angeführten Beispielen glauben wir die bei der Zerlegung von Dachflächen vorkommenden wichtigsten Fälle behandelt zu haben, um nun zu der Anwendung auf dem Werksatze, beim Austragen der Grath- und Kehlsparren, sowie der anschließenden Schiftsparren, übergehen zu können.

Zehnter Abschnitt.

Von dem Schiften.

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir die Zerlegung der Dachflächen, nach den verschiedenen Anforderungen in Bezug auf zweckentsprechende Wasserableitung oder vorausbedingte Form der Dächer, zum Gegenstande unserer Betrachtung gemacht. Da wir dabei hauptsächlich die Walmdächer und die Dachungen mit Widerkehr, bei deren Ausführung die Gräthe und

Kehlen so großen Einfluß auf die Zerlegung haben, berücksichtigten, so werden wir uns nun in diesem Abschnitte damit beschäftigen, die verschiedenen Methoden zu betrachten, nach denen von dem Zimmermann bei dem Heraustragen und Schiften der, die äußere Form der Walmdächer und der Dächer mit Widerkehr bestimmenden Sparrenhölzer, nämlich: der Grathsparren, der Kehlsparren und der Schiftsparren, verfahren wird.

Unter dem Heraustragen eines Holzes werden wir die Bestimmung der Größe desselben, sowie seiner Form und Stärke im Querschnitt, und unter dem Schiften oder der Schiftung die Bestimmung der Form und der Lage der Schnittflächen verstehen, mit welchen sich die Hölzer unter einem bestimmten Winkel an andere vollkommen anschließen sollen.

Die Lage und Richtung der Grath- und Kehlsparren wird durch die Zerlegung des Daches auf dem Werksatze bestimmt, und es werden die auf dem Werksatze ausgemittelten Grath- und Kehllinien als Mittellinien der Grath- und Kehlsparren angenommen und nach diesen die Oberfläche derselben so bearbeitet, daß je die Hälfte einer der anschließenden Dachflächen zugehört. Die Schiftsparren oder Schifter unterscheiden sich von den übrigen Dachsparren dadurch, daß sie nicht vom Fuße des Daches, der Gesimskante, bis zur Firstlinie durchgehen, sondern als Sparrenstücke sich an die Grath- oder Kehlsparren, oder an beide zugleich, in schrägem Schnitte stumpf anlegen. Es werden die Schifter als einfache und doppelte unterschieden, und zwar versteht man unter einfachen Schiftern solche, welche sich nur an einem Ende mit einer Schiftfläche, und unter doppelten Schiftern diejenigen, welche sich an beiden Enden mit Schiftflächen anschließen. Bei Walmen kommen nur einfache Schifter vor, die von den Balken aus an die Grathsparren schiften, und es werden dieselben nur in der Länge verschieden sein können, im Schnitte aber sich gleichbleiben, insofern sie an einen und denselben Grathsparren schiften. Man unterscheidet deshalb auch die Walmschifter als linke und rechte, je nach der Seite, auf welcher sich die Schiftfläche befindet. Bei Widerkehren ergeben sich sowol einfache Schifter, die sich, vom Firste abwärts gehend, an den Kehlsparren schiften, als auch doppelte Schifter, die weder von dem Firste noch von den Balken ausgehen, sondern nach oben an den Grath- und nach unten an den Kehlsparren schiften.

Unter Mittelschifter wird bei Walmen der längste Sparrenschifter verstanden, welcher in der Mitte der Walmfläche liegt, und entweder von dem Anfallspunkte des Walmens, oder von dem Winkel ausgeht, welchen die Grathsparren zunächst des Anfallspunktes gegen die Walmseite einschließen. Der Zimmermann wendet die Benennung Schmiege auf alle Schnitte an, welche nicht rechtwinkelig gegen die Begrenzungslinien der Hölzer gerichtet

ſind, wobei er unter Schmiege eben ſowol die Richtung der Schnittlinie als auch den Winkel verſteht, welchen die Schnittlinie gegen eine Seite des Holzes einſchließt. Dieſen Winkel trägt er in der Regel von einem Muſterriſſe, oder der Zulage auf dem Werkplatze, durch ein verſtellbares Winkelmaß auf das zu bearbeitende Holz über. Dieſe allgemein übliche Bezeichnung auf die Begrenzungslinien der Schiftflächen angewendet, wird die ſenkrecht gegen die Grundfläche gerichtete Schnittlinie die Lothſchmiege, und die auf der Oberfläche der Schifter den ſeitlichen Anſchluß beſtimmende und von der Richtung gegen den Grath- oder Kehlſparren abhängende Schnittlinie die Wangen- oder Backenſchmiege genannt. Als Fußſchmiege wird die Schnittlinie oder Schnittfläche der Sparren bei ihrem Anſatze auf den Balken bezeichnet.

Da nun die Richtung der genannten Begrenzungslinien der Schiftflächen abhängig iſt von dem Neigungswinkel der zu ſchiftenden Sparren, ſo muß, nachdem die Zerlegung der Dachflächen, ſowie die Austheilung der Sparren und Schifter auf dem Werkſatze erfolgt iſt, der Winkel, unter welchem das Dach geneigt werden ſoll, genau beſtimmt werden. Kommen bei einem Dache von ungleicher Breite unter verſchiedenen Winkeln geneigte Dachflächen vor, ſo iſt es in Bezug auf das Schiften unerläßlich, für jeden Walmen den Neigungswinkel der Dachfläche an dem zugehörigen Anfallspunkte zu beſtimmen. Bei windſchiefen Dächern ſind die Schmiegen bei jedem Schifter verſchieden und müſſen deshalb für jeden Schifter beſonders herausgetragen werden.

Wir haben in dem vorhergehenden Abſchnitte als oberſten Grundſatz aufgeſtellt: daß der Neigungswinkel der Dachflächen, von dem Anfallspunkte der Walmen aus, nach allen Seiten ein gleicher ſein müſſe. Verfahren wir darnach und legen zur Beſtimmung des Neigungswinkels ein Geſpärre vor, welches genau der Breite und Höhe des Daches im Anfallspunkte der Walmen entſpricht, ſo werden alle zu dieſem Walmen gehörigen Schifter gleichen Neigungswinkel mit den in derſelben Richtung befindlichen Sparren dieſer Vorlage haben. Wir werden in der Folge ſehen, daß an dieſem Geſpärre die Größe der einzelnen Schifter beſtimmt, die Richtung der Schmiegen davon entnommen und auf die Schifter übertragen werden kann, und bezeichnen es, wie allgemein üblich, als Lehrgeſpärre.

Um das Verfahren bei dem Heraustragen und bei dem Schiften der zu einem Dachwalmen gehörigen Theile zu erläutern, nehmen wir einen regelmäßigen rechtwinkeligen Walmen an, welchen wir, des beſchränkten Raumes wegen, in den Fig. 211 und 212 in Grundriß und Aufriß nur zur Hälfte haben darſtellen können.

Nehmen wir an, das Gebälke ſei bereits nach Erfordern zugelegt, ſo daß nach Fig. 212 an dem Anfallspunkte *b* des Walmens ein Bundbalken, zur Aufnahme des Grathſparrens ein Grathſtichbalken, und zur Aufnahme

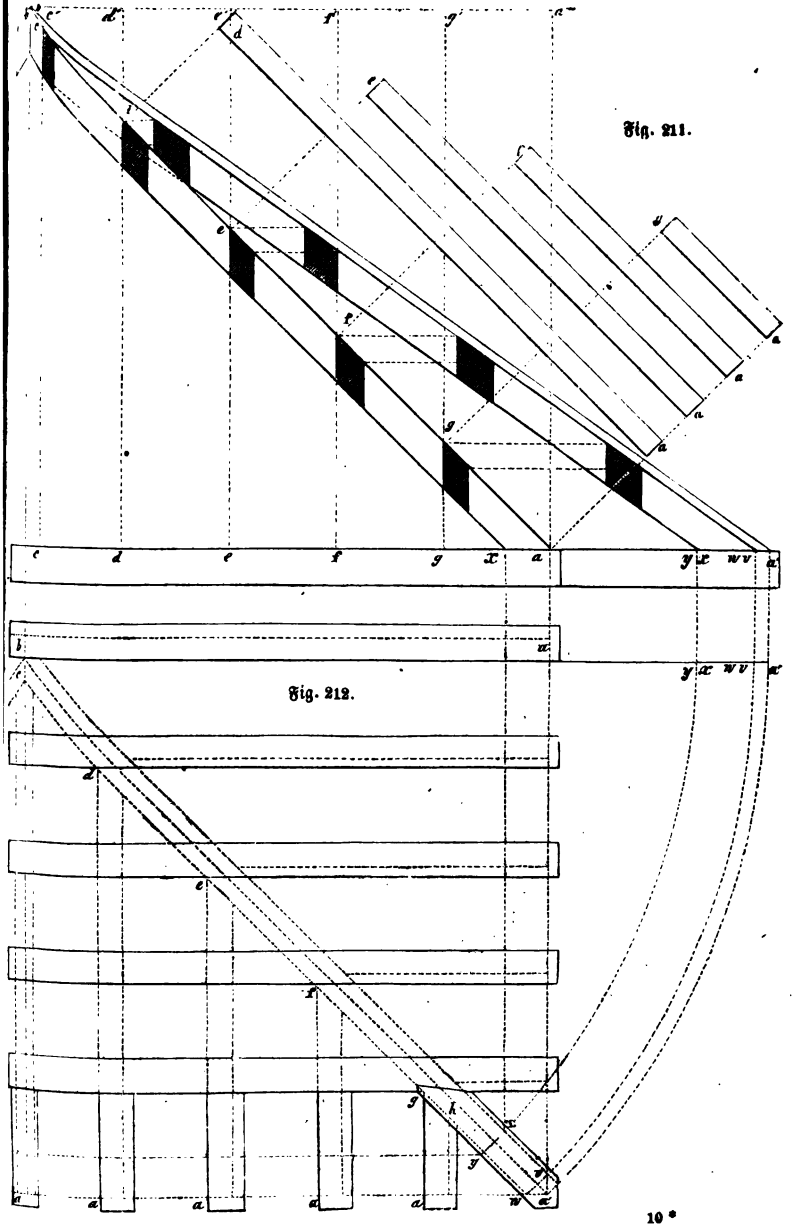


Fig. 211.

Fig. 212.

der Walmenschifter die nöthigen Stichbalken an der Walmseite sich befinden. Wir werden nun zuerst die Grathlinien aufzuschnüren haben, um nach der Richtung dieser Linien auf dem Werksatze, durch eine Bretterunterlage, das Aufschnüren der Grathsparren in ununterbrochenen Linien möglich zu machen. Die Grathlinie gilt als Mittellinie des Grathsparrens, von welcher aus die Hälfte der Breite desselben auf beiden Seiten angetragen und darnach die Seiten parallel mit der Mittellinie aufgeschnürt werden. Sodann werden die Schifter auf die zu ihrer Aufnahme bestimmten Haupt- und Stichbalken, und zwar in der Regel so aufgeschnürt, daß die längste Seite der Schifter mit den Balken bündig liegt, und es werden hierbei die Punkte, wo die Schnurlinien der Schifter die auf der entsprechenden Seite befindliche Schnurlinie der Grathsparren schneiden, an der letztern Linie scharf bezeichnet. Der Mittelschifter wird von der durch den Anfallspunkt b des Walmens senkrecht gegen die Fußlinie desselben gezogenen und aufgeschnürten Mittellinie aus so aufgeschnürt, daß diese Mittellinie zugleich die Halbirungslinie desselben ist, und er sonach auf die Mitte des zu seiner Aufnahme am Fuße bestimmten Stichbalkens zu stehen kommt. Der Anschluß des Mittelschifters an die Grathsparren zunächst dem Anfallspunkte, sowie der Anschluß der Grathsparren selbst, wird auf ein vor den Bundbalken $a\ b$ gelegtes Brett aufgerissen. Ist nun noch die Fuß- oder Gesimslinie des Daches aufgeschnürt und dadurch die Breite desselben bestimmt, so kann nunmehr nach dieser Breite und nach der angenommenen Dachrösche das Lehrgespärre zugelegt werden. Durch die Stärke des von dem Fußpunkte a nach dem Firstpunkte b Fig. 211 vorgelegten Lehrsparrens ergiebt sich die Breite der Fußschmiege $a\,x$, welche nun aus dem Lehrgespärre entnommen und ebenfalls auf den Werksatz geschnürt wird, um darnach die Sparrenansätze aus den Balken arbeiten, zugleich aber auch, um aus der Breite der Fußschmiege der Sparren die Fußschmiege der Grathsparren bestimmen zu können. Da nämlich die Grathsparren eine solche Stärke haben müssen, daß die Schifter auf die ganze Höhe der Schiftflächen anschließen, so werden die inneren Kanten der Grathsparren mit den inneren Kanten der anschließenden Schifter in einer Ebene liegen müssen. Dies wird nun der Fall sein, wenn wir den Durchschnittspunkt x der innern Fußlinie der Sparrenschifter mit der äußern Begrenzungslinie des Grathsparrens als den Punkt annehmen, von welchem die innere Kante des Grathsparrens ausgeht. Verbinden wir den Punkt x mit dem gegenüber gelegenen Punkte y durch eine gerade Linie im rechten Winkel, so haben wir auf dem Werksatze in der durch die Aufschnürung begrenzten Fläche $a'\,v\,w\,x\,y$ die Fußschmiegfläche des Grathsparrens, vermittelst deren wir im Stande sind, die wirkliche Stärke und Form desselben durch ein einfaches Constructionsverfahren zu finden. Tragen wir nämlich auf dem

Lehrgespärre von dem Fußpunkte einer durch den Anfallspunkt b Fig. 212 errichteten Senkrechten, welche im Lehrgespärre durch die Mittellinie bb' Fig. 211 dargestellt ist, den aus dem Werksatze entnommenen Abstand $a'b$ auf die, an dem Lehrgespärre verlängerte Horizontallinie ab in a' an, und verbinden sodann a' mit dem Firstpunkte b' durch eine gerade Linie, so haben wir in dieser Linie $a'b'$ die Grathlinie in ihrer wirklichen Größe, und in dem Winkel, welchen diese Linie gegen die Horizontalebene einschließt, den wirklichen Neigungswinkel derselben, somit auch des Grathsparrens selbst. Tragen wir nun weiter von dem Punkte a' auf der Horizontallinie $a'b$ die Abmessungen der auf dem Werksatze gefundenen Begrenzung der Fußschmiege $a'vwxy$ an, und ziehen von diesen Punkten Parallele mit der Grathlinie $a'b'$ Fig. 211, so erhalten wir die Begrenzungslinien des Grathsparrens, aus welchen, nach einem rechtwinkeligen Durchschnitte, die wirkliche Stärke und Form desselben entnommen werden kann. Die Länge des Grathsparrens, welcher sich an dem Anfallspunkte b' senkrecht anschiftet, ist durch die Linie $a'b'$ gegeben.

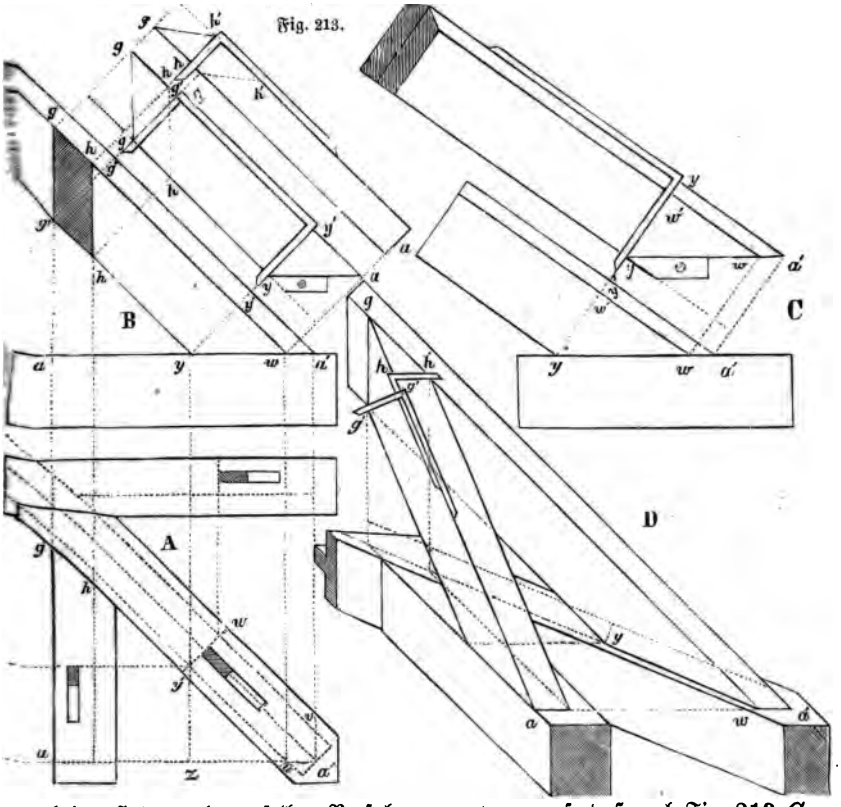
Um nun die Schifter herauszutragen, das heißt, die wirkliche Länge derselben zu bestimmen, haben wir uns dieselben als Theile von Sparren zu denken, welche in verschiedenen Höhen senkrecht geschnitten sind. Die senkrechte Mittellinie des Lehrgespärres bb' Fig. 211 giebt uns die Richtung der senkrechten Schnitte an, und es wird die Lothschmiege aller Schifter mit dieser Mittellinie parallel sein. Ziehen wir auf dem Lehrgespärre über den Firstpunkt b' eine mit der Grundlinie ab parallele Linie und tragen auf derselben von b' nach a''' die halbe Dachbreite ab an, so wird eine von dem Fußpunkte a nach a''' gezogene gerade Linie parallel mit bb', sonach ebenfalls senkrecht sein. Tragen wir nun die vermittelst der Schiftlatte von dem Werksatze entnommene scheinbare Länge des Schifters ag an der Fußlinie des Lehrgespärres von a nach g, und an der durch den Firstpunkt gezogenen Parallelen von a''' nach g' an und verbinden die Punkte g und g' durch eine Schnur, so wird die nach dieser Schnur auf dem Lehrsparren gezogene gerade Linie die Lothschmiege des Schifters ag sein und zugleich die Länge desselben angeben. Wie bei dem Heraustragen des Schifters ag, so wird auch bei dem Heraustragen der Schifter af, ae, ad und des Mittelschifters ac verfahren, indem mit der Schiftlatte ihre scheinbaren Längen von dem Werksatze entnommen, an die Parallelen ab und $a'''b'$ angetragen, und die einer gleichen Abmessung entsprechenden Punkte unter sich durch eine Schnur verbunden und nach diesen Schnurschlägen die einem jeden Schifter entsprechenden Lothschmiegen auf dem Lehrsparren vorgerissen werden. In Fig. 211 sind die Walmschifter ag, af, ae, ad in ihrer wirklichen Größe herausgetragen und zugleich deren Schiftflächen schraffirt angegeben, welche dadurch

erhalten werden, daß von den äußersten Lothschmiegen die Breite der Schifter nach innen angetragen und auf diese Entfernung eine Linie parallel mit der Lothschmiege gezogen wird. Zugleich werden an dem Grathsparren die Schiftflächen in ihrer wahren Größe angegeben. Die punktirten, geraden Linien auf dem Werksatze Fig. 212 bezeichnen die zum Heraustragen nöthigen Aufschnürungen, und durch die aus dem Anfallspunkte *b* als Mittelpunkt beschriebenen und ebenfalls punktirt angegebenen Kreise soll darauf hingewiesen werden, daß das beim Heraustragen der Grathsparren eingehaltene Verfahren mit den beim Zeichnen befolgt werdenden Regeln der darstellenden Geometrie übereinstimmt. Nachdem wir uns in dem Vorhergehenden mit dem Heraustragen der Grathsparren und Schifter beschäftigt haben, werden wir nun zu dem Schiften selbst übergehen.

Das in dem Vorhergehenden angegebene Verfahren, die wirkliche Länge der Schifter am Lehrgespärre zu bestimmen, setzt ein genaues Aufschnüren der Grathsparren und Schifter auf dem Werksatze voraus, und ist dadurch etwas umständlich. Kann bei unregelmäßigen Walmen dieses Aufschnüren nicht umgangen werden, so kann doch bei regelmäßigen Walmen ein einfacheres Verfahren eingehalten werden, bei welchem das Aufschnüren auf dem Werksatze entbehrlich ist. Nehmen wir in Fig. 213 *B* als die Ansicht des untern Theiles von dem Grathsparren eines regelmäßigen Walmens mit dem ersten Schifter *a g* und *A* als den dazu gehörigen Theil des Werksatzes an. Daraus, daß die Grathlinie den rechten Winkel des Walmens halbirt, ergiebt sich die Aehnlichkeit der Seiten der rechtwinkeligen Dreiecke *w z y* und *w a g* im Grundrisse *A*. Nehmen wir nun im Aufrisse *B* den Punkt *w* als den Fußpunkt des Lehrgespärres an, und legen von diesem aus nach dem angenommenen Neigungswinkel des Daches das Lehrgespärre vor, so können wir auf diesem die wirkliche Länge der Schifter sowol, als auch die Schmiegflächen der Schifter in der Weise bestimmen, daß wir von dem Fußpunkte *w* die Entfernungen der Balken, mit Angabe der Bundseite für die entsprechenden Schifter, statt der scheinbaren Längen der Schifter, welche erst durch Aufschnüren derselben hätten gefunden werden müssen, an die Grundlinie antragen, sonst aber ganz so verfahren, wie in den Fig. 211 und 212 nachgewiesen worden.

Gehen wir nun zu dem Schiften an dem Lehrgespärre selbst über, so werden wir vorerst einen einfachen Walmschifter in Betracht ziehen. Ist der Schifter *a g* in der auf dem Lehrgespärre ermittelten Länge abgeschnitten, so wird zuerst die Fußschmiege angetragen. Zu dem Ende wird an dem Lehrsparren der innere Fußpunkt *y* auf die Außenkante nach *y'* angewinkelt. *Nun wird* die Abmessung *w y'* von dem Lehrsparren entnommen und an die *Außenkante* des Schifters von dem Fußpunkte *a* aufwärts nach *y'* angetragen.

Sodann wird ein Winkeleiſen mit dem längern Schenkel auf die Dachſeitenfläche des Schifters ſo aufgelegt, daß der kürzere Schenkel in den Punkt y' trifft, und es wird nun der Punkt, wo der kürzere Schenkel des Winkeleiſens die Unterkante ſchneidet, der innere Fußpunkt y und eine von a nach y gezogene gerade Linie die geſuchte Fußſchmieglinie ſein, nach welcher der Schifter an der untern Seite ſich ſtumpf auf den Balken ſetzt. Die Fußſchmiege des Grathſparrens wird, bevor noch die gebrochenen Dachſeitenflächen bear-



beitet ſind, nach demſelben Verfahren angetragen, ſo daß nach Fig. 213 *C* von dem Fußpunkte a' die aus dem Lehrprofile entnommene Abmeſſung $a'y'$ aufwärts angetragen und von dem an der Oberkante bezeichneten Punkte y durch ein auf die Dachſeitenfläche gelegtes Winkeleiſen der Punkt y auf der Unterkante beſtimmt wird. Erſt nachdem die Fußſchmiege nach der vorgezeichneten Linie $a'y$ geſchnitten, werden die von der aufgeſchnürten Mittel-

linie aus gebrochenen Dachſeitenflächen nach den an beiden Bundſeiten in der Entfernung $w'y'$ beiderſeits aufgeſchnürten Linien bearbeitet. An dem bei C herausgetragenen Theile des Grathſparrens iſt die rechtwinkelige Durchſchnittsfläche deſſelben, welche umgeklappt gedacht werden muß, ſchraffirt eingezeichnet. Nachdem die Fußſchmiege des Schifters aufgetragen iſt, wird derſelbe, mit der langen Bundſeite nach oben gewendet, aufgelegt, um auf dieſer Seite die Lothſchmiege $g\,g'$ zu beſtimmen. Es wird zu dem Ende auf dem Lehrgeſpärre der untere Schnittpunkt g' der aufgeſchnürten Lothſchmiege $g\,g'$ auf die Weiſe auf die Oberkante angetragen, daß ein Winkeleiſen mit dem langen Schenkel auf die Dachſeitenfläche gelegt und ſo lange abwärts gerückt wird, bis der kurze Schenkel den an der Unterkante gelegenen Punkt g' ſchneidet, und nun wird an der Oberkante der Punkt g' vorgezeichnet. Die Abmeſſung $g\,g'$ wird nun von dem Lehrſparren entnommen, und an der Oberkante des Schifters von dem Ende g abwärts nach g' angetragen. Wird nun wieder ein Winkeleiſen mit dem langen Schenkel auf die Dachſeitenfläche des Schifters ſo aufgelegt, daß der kurze Schenkel in den Punkt g' trifft, und an der Unterkante ſodann der Punkt bezeichnet, wo der kurze Schenkel in g' ſchneidet, ſo wird eine von dieſem Schnittpunkte nach g' gezogene gerade Linie parallel ſein mit der auf dem Lehrſparren aufgeſchnürten Lothſchmiege $g\,g'$. Iſt dieſe Linie als die Lothſchmiege auf der langen Bundſeite aufgeriſſen, ſo wird nun der Schifter ſo umgelegt, daß er mit ſeiner Dachſeitenfläche nach oben kommt. Von dem Lehrſparren wird nun die Abmeſſung $g\,h$, welche die Entfernung der beiden aufgeſchnürten Lothſchmiegen angiebt, von der Oberkante abgenommen, und an der Langſeite des Schifters von dem Endpunkte g abwärts an die Kante angetragen und der Punkt h bezeichnet. Nun wird ein Winkeleiſen mit dem langen Schenkel auf der Bundſeite ſo angelegt, daß der kurze Schenkel in den Punkt h trifft, und an der Kante der kurzen Bundſeite der Punkt h' bezeichnet, in welchem der kurze Schenkel des Winkeleiſens dieſe Kante ſchneidet. Eine von dem Punkte h' nach g gezogene gerade Linie iſt die geſuchte Backenſchmiege auf der Dachſeitenfläche des Schifters. Wird nun auf der kurzen Bundſeite des Schifters von h' die Lothſchmiege nach dem bereits angeführten Verfahren angetragen, und auf der untern Fläche die Verbindungslinie $h'g'$ gezogen, ſo werden die auf dem Schifter vorgezeichneten Linien genau den auf dem Lehrgeſpärre aufgeſchnürten Begränzungslinien der Schiftfläche entſprechen, und der nach den vorgezeichneten Linien geſchnittene Schifter wird ſich genau an den Grathſparren anſchließen, wenn er unter dem angenommenen Neigungswinkel des Daches und mit den Bundſeiten in einer ſenkrechten Ebene *aufgeſchlagen* wird. Das beſchriebene Verfahren beim Schiften am Lehr*geſpärre wird* durch die perſpectiviſche Zeichnung D an Deutlichkeit gewinnen.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, daß die Anlage eines Lehrgespärres zum Heraustragen der Schifter und zur Bestimmung der Lothschmiege für die Schiftflächen unbedingt erforderlich ist; keineswegs aber ist es zur Bestimmung der Backenschmiege für die Schiftflächen unentbehrlich, vielmehr kann die letztere auch von dem Werksatze entnommen werden.

Das Verfahren, die Backenschmiege aus dem Werksatze an die Schifter anzutragen, werden wir an Fig. 214 nachzuweisen suchen.

Fig. 214.

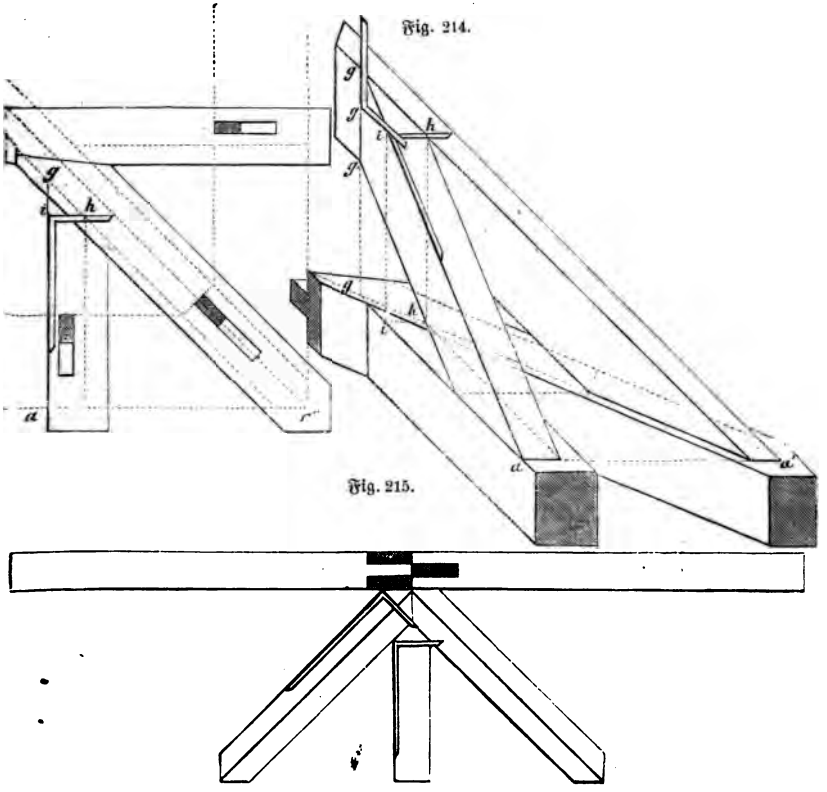


Fig. 215.

Ist die Lothschmiege von dem Lehrgespärre entnommen und an der langen Bundseite des Schifters angetragen, so wird nun auf dem Werksatze der Grathsparren bis über den ersten Schifter hinaus und der erste Schifter bis zu seinem Anschlusse an den Grathsparren genau aufgerissen, und insbesondere werden die Anschlußpunkte *g h* des Schifters und des Grathsparrens *genau und scharf bezeichnet*. Sodann wird auf dem Werksatze ein Winkel-

sind, wobei er unter Schmiege eben sowol die Richtung der Schnittlinie als auch den Winkel versteht, welchen die Schnittlinie gegen eine Seite des Holzes einschließt. Diesen Winkel trägt er in der Regel von einem Musterrisse, oder der Zulage auf dem Werkplatze, durch ein verstellbares Winkelmaß auf das zu bearbeitende Holz über. Diese allgemein übliche Bezeichnung auf die Begrenzungslinien der Schiftflächen angewendet, wird die senkrecht gegen die Grundfläche gerichtete Schnittlinie die Lothschmiege, und die auf der Oberfläche der Schifter den seitlichen Anschluß bestimmende und von der Richtung gegen den Grath- oder Kehlsparren abhängende Schnittlinie die Wangen- oder Backenschmiege genannt. Als Fußschmiege wird die Schnittlinie oder Schnittfläche der Sparren bei ihrem Ansatze auf den Balken bezeichnet.

Da nun die Richtung der genannten Begrenzungslinien der Schiftflächen abhängig ist von dem Neigungswinkel der zu schiftenden Sparren, so muß, nachdem die Zerlegung der Dachflächen, sowie die Austheilung der Sparren und Schifter auf dem Werksatze erfolgt ist, der Winkel, unter welchem das Dach geneigt werden soll, genau bestimmt werden. Kommen bei einem Dache von ungleicher Breite unter verschiedenen Winkeln geneigte Dachflächen vor, so ist es in Bezug auf das Schiften unerläßlich, für jeden Walmen den Neigungswinkel der Dachfläche an dem zugehörigen Anfallspunkte zu bestimmen. Bei windschiefen Dächern sind die Schmiegen bei jedem Schifter verschieden und müssen deshalb für jeden Schifter besonders herausgetragen werden.

Wir haben in dem vorhergehenden Abschnitte als obersten Grundsatz aufgestellt: daß der Neigungswinkel der Dachflächen, von dem Anfallspunkte der Walmen aus, nach allen Seiten ein gleicher sein müsse. Verfahren wir darnach und legen zur Bestimmung des Neigungswinkels ein Gespärre vor, welches genau der Breite und Höhe des Daches im Anfallspunkte der Walmen entspricht, so werden alle zu diesem Walmen gehörigen Schifter gleichen Neigungswinkel mit den in derselben Richtung befindlichen Sparren dieser Vorlage haben. Wir werden in der Folge sehen, daß an diesem Gespärre die Größe der einzelnen Schifter bestimmt, die Richtung der Schmiegen davon entnommen und auf die Schifter übertragen werden kann, und bezeichnen es, wie allgemein üblich, als Lehrgespärre.

Um das Verfahren bei dem Heraustragen und bei dem Schiften der zu einem Dachwalmen gehörigen Theile zu erläutern, nehmen wir einen regelmäßigen rechtwinkeligen Walmen an, welchen wir, des beschränkten Raumes wegen, in den Fig. 211 und 212 in Grundriß und Aufriß nur zur Hälfte haben darstellen können.

Nehmen wir an, das Gebälke sei bereits nach Erfordern zugelegt, so daß nach Fig. 212 an dem Anfallspunkte *b* des Walmens ein Bundbalken, zur Aufnahme des Grathsparrens ein Grathstichbalken, und zur Aufnahme

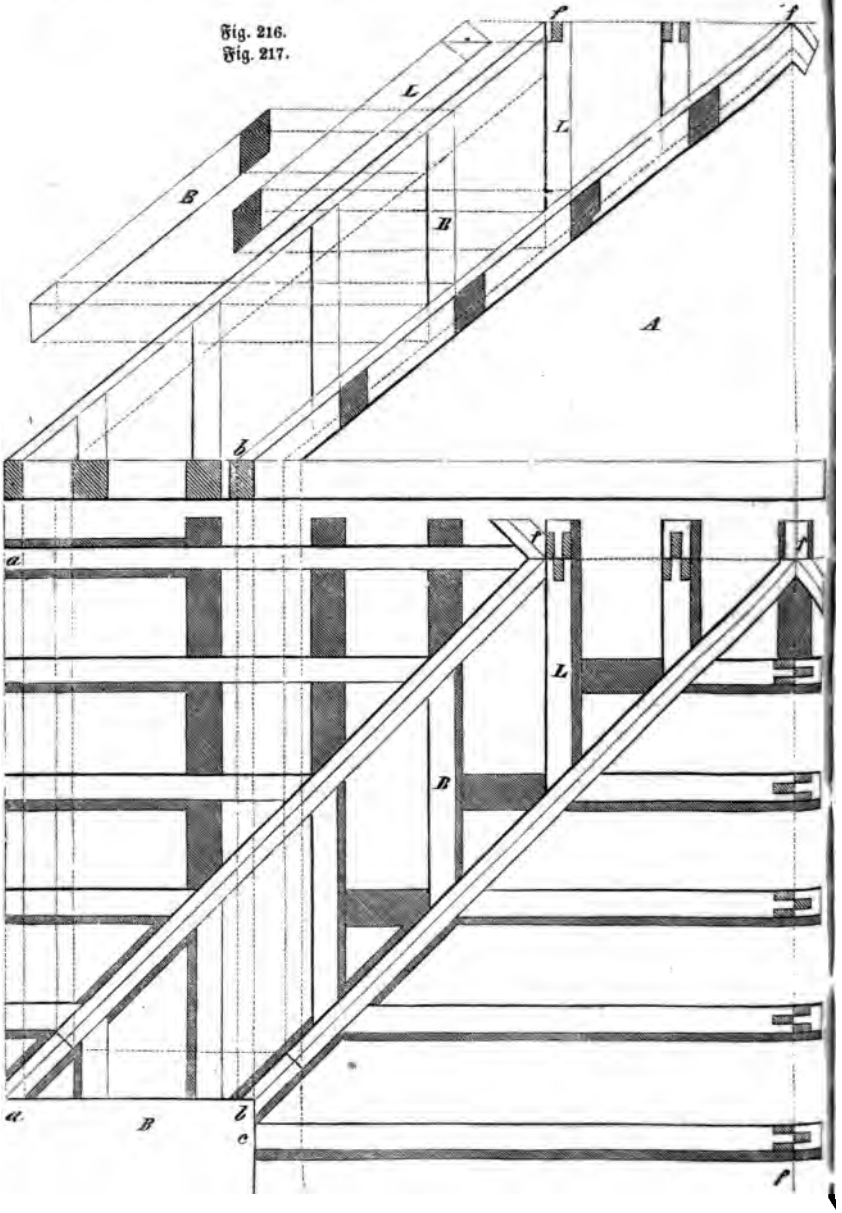
auch die Richtung der obern Backenschmiege durch einen Schnurschlag bestimmt, welcher nach der Begrenzungslinie der umgeklappten Dachfläche darüber geführt wird. Parallel mit der obern Backenschmieglinie wird auch die untere Backenschmieglinie in der Entfernung von der erstern aufgeschnürt, welche sich aus dem von dem Lehrgespärre entnommenen Abstande der Lothschmiege ergiebt. Ist die untere Backenschmiege aufgerissen, so gehen aus der entsprechenden Verbindung der Schnittpunkte an der obern und untern Kante die Lothschmiegen hervor. Dieses Schiften auf dem Werksatze wird jedoch selten angewendet, und soll deshalb auch nicht weiter besprochen werden.

Haben wir bisher nur das Schiften an Walmdächern betrachtet, so werden wir nun noch auf die abweichenden Formen der Schifter hinzuweisen haben, wie sie an Walmdächern mit Widerkehr vorkommen. Wir geben in Fig. 116 die Ansicht und den Durchschnitt, und in Fig. 217 den Grundriß mit dem, über dem Werksatze aufgerichteten Gespärre von einem regelmäßigen Walmdache mit rechtwinkeliger Widerkehr, an welchem die sämmtlichen Schifterformen vorkommen, und wo zu dem Grathsparren noch ein Kehlsparren hinzutritt.

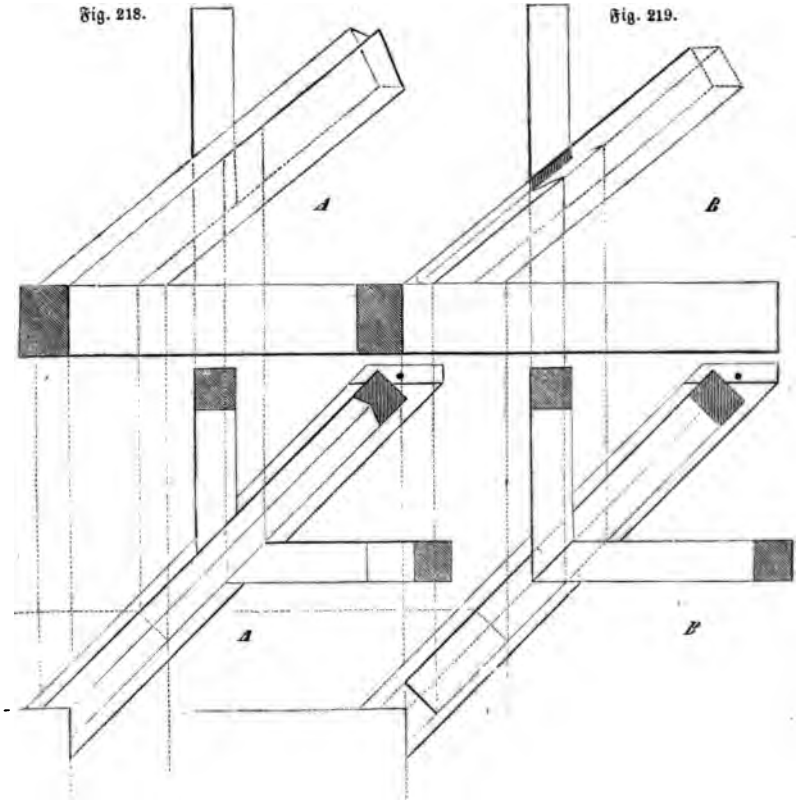
Das Heraustragen des Kehlsparrens wird an dem Lehrgespärre ganz eben so vorgenommen, wie wir dies bei dem Heraustragen des Grathsparrens an Fig. 211 und 212 nachgewiesen haben, und es ist die Form der Fußschmiege maßgebend für die einwärts gekehlte Form der gebrochenen Dachseitenflächen. Da der Kehlsparren keine größere Stärke haben muß, als daß die Schiftflächen sich daran vollkommen anschließen: so wird die Gesammthöhe desselben im Querschnitt nicht mehr zu betragen haben, als die Höhe des Grathsparrens bis zur Bruchkante an den Bundseiten, wie dies aus der auf dem Werksatze punktirt eingezeichneten innern Fußlinie der Sparren sich ergiebt, aus welcher, wie bereits erwähnt, die Fußschmiegen der Grath- und Kehlsparren abgeleitet werden.

Betrachten wir die an dem Kehlsparren ansitzenden Schifter, so unterscheiden sie sich von den Walmschiftern nur dadurch, daß die Schiftflächen nicht an dem obern, sondern an dem untern Ende vorkommen. Als einfache Schifter L treffen sie im Firste mit einem Schifter oder Sparren zusammen, und sind mit diesem, wie jeder Sparren, durch einen Scherenzapfen verbunden; als doppelte Schifter B schließen sie am obern Ende an den Grathsparren und am untern Ende an den Kehlsparren mit ihren, nach entgegengesetzter Richtung geschnittenen, sonst aber bei regelmäßigen Dächern ganz gleichen Schiftflächen an. Hiernach wird bei dem Schiften der Kehlschifter dasselbe Verfahren anwendbar sein, welches bei dem Schiften der Walmschifter eingehalten wird. Die Länge der Kehlschifter wird, wie bei den Walmschiftern, an dem entsprechenden Lehrgespärre herausgetragen. Es

Fig. 216.
Fig. 217.



wird dabei die ſcheinbare Länge derſelben von dem Werkſatze entnommen, von der aufgeſchnürten Mittellinie des Lehrgeſpärres angetragen, und durch ſenkrechte Schnürlinien ſowol die wirkliche Länge der Schifter beſtimmt, als auch die Lothſchmiege gezogen. Wir haben die Schmiegflächen der einfachen Kehlſchifter auf dem Lehrgeſpärre für die Langſeite des Daches ſchraffirt, und zugleich einen einfachen Kehlſchifter *L* und einen doppelten Kehl- und Walm-



ſchifter *B* herausgetragen, bei welchen die ſichtbaren Schiftflächen ebenfalls ſchraffirt ſind, und glauben nicht nöthig zu haben, uns mehr, als bereits geſchehen, mit den Kehlſchiftern zu beſchäftigen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei der in den Fig. 216 und 217 angenommenen Form der Kehlſparren, bei welchen die Verſchalung oder Belattung der in der Widerkehr ſich ſchneidenden *Dachflächen* unmittelbar auf den einwärts gebrochenen Dachſeiten-

flächen der Kehlsparren befestigt wird, die Beschädigungen der Kehleneindeckung nicht sobald bemerkt werden können, weil das eindringende Wasser zum Theil seinen Abzug in der Kehle findet und in den Kehlbalken, zum Theil aber auch in den Kehlsparren selbst eindringt, und daß darin der Grund zu suchen ist, weshalb so häufig die Gebälke am Fuße der Kehlsparren, sowie die Kehlsparren selbst, durch Fäulniß zerstört gefunden werden. Da in den Kehlen sich das Wasser von zwei Dachflächen ansammelt, der Abzug des Wassers in denselben langsamer von Statten geht, als von den angrenzenden Dachflächen, und hierdurch ein Rückstauen veranlaßt wird, so bilden sie denjenigen Theil des Dachwerkes, welcher, in Bezug auf die Eindeckung, mit aller Sorgfalt behandelt werden muß, und wo die Vorsicht gebietet, die Einschalung von unten möglichst frei und sichtbar zu erhalten, damit die geringste Beschädigung bemerkt werden kann und das Auffinden der Stellen, wo das Wasser von außen eindringt, keiner Schwierigkeit unterliegt. Setzen wir den Kehlsparren von der äußern Fußlinie des Daches zurück, so daß die Oberfläche desselben nicht mehr in die nach der Kehllinie sich schneidenden Dachflächen fällt, so haben wir denselben nur noch als das zur Unterstützung der Kehlschifter erforderliche Holz zu betrachten, und es kann hiernach die einwärts gekehlte Form der Oberfläche wegfallen. Die Kehlschifter werden sich an den Seitenflächen des Kehlsparrens nur zum Theil anschiften und sich um eben so viel über der Schiftfläche auffatteln, als der Grathsparren von der Kehllinie nach innen zurückgelegt ist. Wir haben in Fig. 218 einen gewöhnlichen Kehlsparren mit einwärts gekehlten Dachseitenflächen, und in Fig. 219 einen zurückgesetzten Kehlsparren, bei welchem die Kehlschifter zum Theil aufgesattelt sind, dargestellt, und empfehlen die Anwendung des in der letzten Figur gegebenen zurückgesetzten Kehlsparrens, bei welchem an Holz und Arbeit gespart und zugleich der Anforderung entsprochen wird, welche wir in Bezug auf die Erhaltung der Dächer, durch rechtzeitige Entdeckung der Beschädigungen an der Eindeckung der Kehlen, glaubten stellen zu müssen. Gestattet es die Construction des Dachwerkes, den Kehlsparren unmittelbar unter der Kehleneindeckung wegzulassen und zur Unterstützung der Kehlschifter für jede Dachseite einen besondern Unterstützungssparren anzubringen, so wird dadurch die Kehleneindeckung vom Dachraume aus sichtbar und auf diese Weise der beregten Anforderung um so vollkommener entsprochen.

Eilfter Abſchnitt.

Von den Treppen.

Die Treppen ſind diejenigen Gebäudetheile, welche die Einwirkung des Zimmermanns auf die Bequemlichkeit und Schönheit der innern Einrichtung unverhüllt zeigen, und von deren Beſchaffenheit man ſich bei dem Eintritt unwillkürlich aufgefordert fühlt, auf den höhern oder geringern Grad der Vollendung, der Einfachheit oder Eleganz der übrigen Einrichtung eines Hauſes zu ſchließen.

Die Größe der Treppe, ihre Form, das dazu verwendete Material, die Art der Bearbeitung und Verzierung derſelben müſſen deshalb in einem richtigen Verhältniſſe ſtehen zur Größe eines Hauſes und zu der reichern oder einfachern Ausſtattung der geſammten baulichen Einrichtung deſſelben. Da die Treppe nur allein zu dem Zwecke hergeſtellt wird, damit die verſchiedenen Stockwerke unter ſich in Verbindung zu bringen, ſo muß ihre Lage ſo angeordnet ſein, daß ſie als natürliche Fortſetzung des Weges in das Innere des Gebäudes dem Eintretenden ſogleich in die Augen fällt, oder daß ſie von dem Hausflur aus ohne langes Suchen erſichtlich iſt. Die meiſte Bequemlichkeit wird eine Treppe zur Verbindung der in den Stockwerken von den Vorplätzen zugänglichen Räume darbieten, wenn der Treppenraum in der Mitte der Vorplätze liegt. In Wohngebäuden iſt, wo möglich, der Treppenraum ganz außerhalb der Vorplätze anzulegen und durch Glaswände in jedem Stockwerke abzuſchließen, ſo daß man zu allen Stockwerken gelangen kann, ohne die Vorplätze betreten zu müſſen.

Da in der Regel die inneren Vorplätze und Gänge von dem Treppenraume aus ihr Licht erhalten, ſo ſind die Treppen an die äußeren Mauern oder Wände zu legen und von dieſen aus ſo vollſtändig zu beleuchten, als es die Breite des Treppenraumes geſtattet. Es ſind deshalb die Treppenfenſter ſo anzulegen, daß ſie, dem Laufe der Treppenarme folgend, nie von denſelben durchſchnitten werden. Von dieſer Regel zum Nachtheile einer guten Treppenbeleuchtung abweichen, wird nur in ſeltenen Fällen die Nothwendigkeit vorliegen, weil die Treppenräume meiſt den Hofräumen zugewendet ſind, wo an die Façaden die Anforderung einer ſtreng ſymmetriſchen Vertheilung der Fenſter nicht geſtellt wird. Iſt man gezwungen, die Treppen von oben zu beleuchten, ſo muß der zwiſchen den Treppenarmen befindliche freie Raum, das ſogenannte Treppenlicht, im Verhältniſſe ſtehen zu der Anzahl und Höhe der Stockwerke, und weit genug ſein, um durch das einfallende Licht die Beleuchtung des Treppenraumes ſelbſt ſowie der angrenzenden Vorplätze zu erwög-

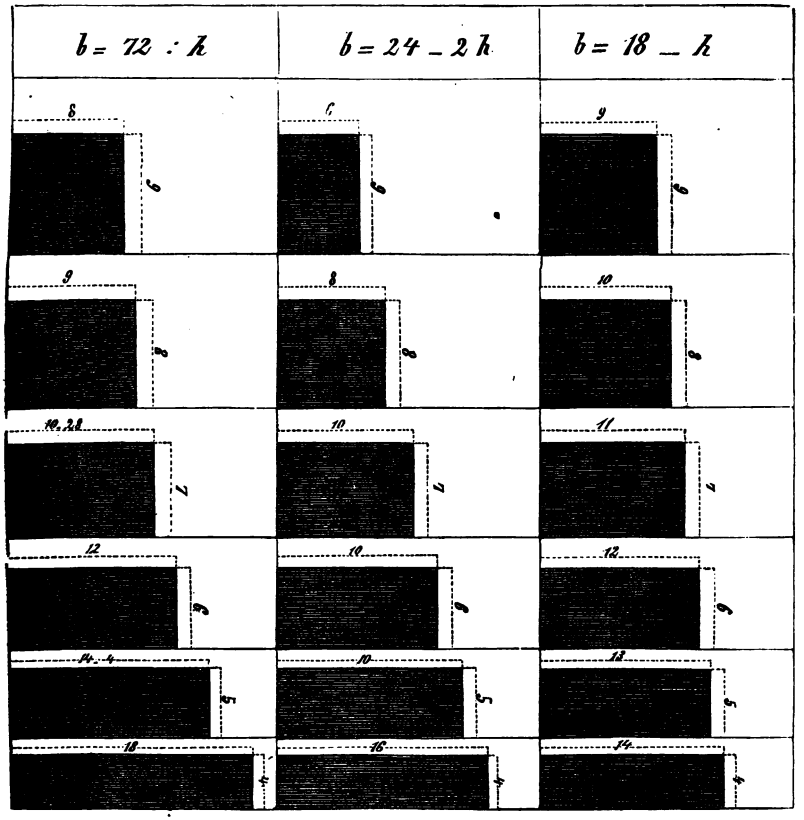
lichen. Dabei muß zur Erneuerung der Luft in ſolchen Treppenräumen das Oberlicht mit einer Ventilation verſehen ſein.

Die Breite einer Treppe hängt von der Anzahl der Perſonen ab, welche die Treppe in der Regel zu beſteigen, oder ſich auf der Treppe zu begegnen haben. Nehmen wir die Breite eines erwachſenen Menſchen, an den Schultern gemeſſen, zu zwanzig Zollen an, ſo ergiebt ſich daraus, daß die Treppe eines gewöhnlichen Wohnhauſes, auf welcher ſich zwei Perſonen müſſen begegnen können, zwiſchen den Wangen gemeſſen, mindeſtens vierzig Zoll und mit den Wangen fünfundvierzig Zoll breit ſein muß. Bei einer Geſammtbreite von fünfundſechzig Zollen können drei Perſonen, und bei einer Geſammtbreite von fünfundachtzig Zollen können vier Perſonen neben einander die Treppe bequem paſſiren. Für innere Haustreppen wird eine größere Breite ſelten geboten ſein; häufiger wird eine geringere Breite, bis zu fünfundzwanzig Zollen, genügen, wenn, wie bei Neben- und Dienſttreppen, nur einzelne Perſonen dieſelben betreten.

Iſt die Lage einer Treppe in Bezug auf die zweckmäßigſte Verbindung der Stockwerke unter ſich und mit den angrenzenden Vorplätzen beſtimmt, für eine möglichſt vollſtändige Beleuchtung des Treppenraumes geſorgt und die Breite der Treppenarme nach den Anforderungen des Perſonenverkehrs feſtgeſetzt, ſo iſt nun noch der Anforderung zu entſprechen, welche an jede Treppe, in Bezug auf das bequeme Erſteigen derſelben, geſtellt wird. Die Treppen ſind als ſchiefe Ebenen zu betrachten, deren Erſteigen vermittelſt der darauf angebrachten Stufen eine größere Anſtrengung verurſacht, als das Fortſchreiten auf einer horizontalen Ebene, und welche Anſtrengung um ſo größer ſein wird, je größer der Neigungswinkel, in welchem die Treppe anſteigt. Wenn das Erſteigen der einzelnen Stufen nicht beſchwerlich werden ſoll, ſo muß es dem gewöhnlichen Schritte eines Menſchen möglichſt angepaßt werden, und ſoll ferner bei dem bequemſten Erſteigen der einzelnen Stufen das Erſteigen einer Treppe nicht ermüden, ſo darf die Anzahl der Stufen bis zu abwechſelnd angebrachten Ruheplätzen ein gewiſſes Maß nicht überſchreiten. Allgemein wird die ſenkrechte Höhe der Stufen als deren Steigung, und die horizontale Breite derſelben als ihr Auftritt bezeichnet, und werden wir dieſe Bezeichnung beibehalten. Es wird nun, um die Steigung und den Auftritt von Treppenſtufen in ein ſolches Verhältniß zu einander zu bringen, daß der gewöhnliche Schritt eines Menſchen zum Erſteigen ausreicht, auf verſchiedene Weiſe in der Praxis verfahren, und geben wir in Fig. 220 eine Zuſammenſtellung tabellenartig gezeichneter Stufenverhältniſſe, nach drei verſchiedenen Methoden beſtimmt, für welche die einfachen Formeln beigeſchrieben ſind. *Bei A wird* der zu einer beſtimmten Steigung gehörige Auftritt gefunden, *wenn man den Auftritt*, in Zollen ausgedrückt, von der Zahl 18 abzieht; *der Reſt der Zahl* giebt die Breite des Auftrittes in Zollen an. Bei B wird

von der Zahl 24 das Doppelte der Zahl, welche die Steigung in Zollen angiebt, abgezogen, und der Rest der Zahl als Breite des Auftritts in Zollen angenommen. Bei *C* wird das Produkt $6 \times 12 = 72$ durch die Zahl, welche die Steigung in Zollen angiebt, dividirt, und der Quotient giebt die Breite des Auftrittes in Zollen an. Wie aus der Tabelle zu ersehen, sind

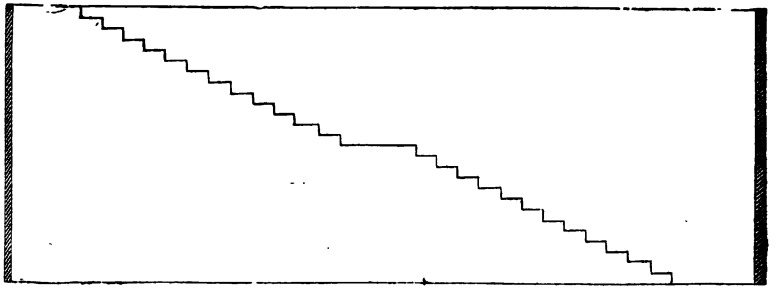
Fig. 220.



die nach diesen drei Methoden ermittelten Verhältnisse zwischen Steigung und Auftritt nur bei einer Steigung von 6 Zoll übereinstimmend, und die größten Abweichungen ergeben sich bei geringeren Steigungen. Für Holztreppen, deren Auftritt durch den Vorsprung der Trittstufen an Breite gewinnt, kann zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Steigung und Auftritt der Stufen das *bei A angegebene* Verfahren als das geeignetste zur Anwendung

empfohlen werden, wobei selbstverständlich die durch Berechnung gefundene Breite des Auftrittes ohne die Hinzurechnung des Vorsprungs der Trittstufen angenommen wird. Die Breite des Auftrittes kann nur bei geraden Treppen auf die ganze Länge der Stufen eine gleiche sein; bei gewundenen Treppen kann das günstigste Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt nur an einer Stelle der Stufe stattfinden und wird allgemein in der Mitte der Stufen angenommen.

Die Anzahl der Stufen für eine Treppe hängt einestheils von der zu ersteigenden Stockwerkhöhe, anderntheils aber auch von dem für die Anlage der Treppe vorhandenen Raume ab. Der Treppenraum insbesondere ist maßgebend für die Steigung, nach dessen Höhe sich die entsprechende Breite des Auftrittes richtet. Es kann deshalb bei einer gegebenen Stockwerkhöhe und einem gegebenen Treppenraume nicht immer für die Stufen das günstigste Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt erreicht werden, und es bleibt in solchen Fällen die Aufgabe des Zimmermanns, durch eine zweckmäßige Eintheilung der Treppe dem günstigsten Verhältnisse der Stufen möglichst nahe zu kommen. Richtet sich nach dem Treppenraume und der Stockwerkhöhe die Anzahl der Stufen und ihr Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt, so ist dies noch mehr der Fall in Bezug auf die Anlage von Ruheplätzen oder Podesten. Das Besteigen einer Treppe, selbst wenn die Stufen geringe Steigung haben, ermüdet, wenn zwischen zwei Podesten mehr als 12 bis 15 Stufen zu liegen kommen. Hiernach müßte eine bequeme Treppe bei geringer Stockwerkhöhe mindestens ein Podest und bei bedeutender Stockwerkhöhe zwei bis drei Podeste erhalten. Kann man bei unbeschränktem Treppenraume alle Rücksicht nehmen auf die Bequemlichkeit der Treppen, und Podeste mit Treppenarmen von höchstens 15 Stufen wechselnd anbringen, so kann dagegen bei sehr beschränktem Treppenraume die Nothwendigkeit vorliegen, die Treppe ohne Podeste in ununterbrochener Stufenfolge von Stockwerk zu Stockwerk zu führen. Bei Treppen in sehr beschränktem Raume ist es wichtiger, ein günstiges Verhältniß zwischen Steigung und Auftritt für die einzelnen Stufen im Auge zu behalten, als Podeste erzwingen zu wollen, zum Nachtheil für das bequeme Ersteigen der Stufen. Die Bequemlichkeit einer Treppe wird stets zu dem vorhandenen Treppenraume in einem gewissen Verhältnisse stehen. Betrachten wir in der beifolgenden Tafel die von Fig. 221 bis Fig. 225 dargestellten Treppenformen, so werden wir diese Behauptung bestätigt finden. Fig. 221 giebt eine gerade aufgehende Treppe mit Podest auf halber Stockwerkhöhe, unstreitig die bequemste Treppe, zugleich aber auch diejenige, welche den größten Raum in Anspruch nimmt. Vor dem Antritte muß ein Vorplatz *a*, auf halber Stockwerkhöhe das Podest *b* und am Austritte ein Vorplatz *c* sich befinden, und sodann muß, um von dem Austritte *c* nach dem Antritte *a* der weiter führenden Treppe gelangen zu können, ein Vorplatz *d* von der Länge der ganzen Treppe mit Inbegriff der Vorplätze



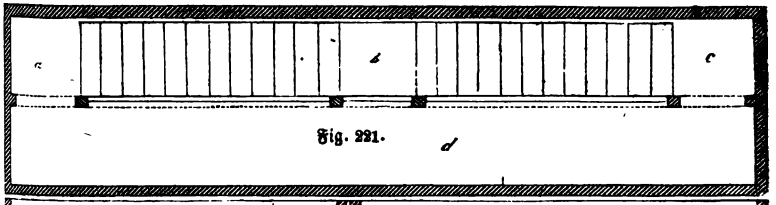


Fig. 221.

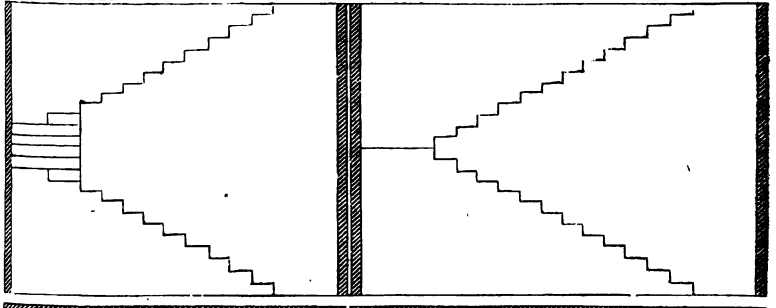


Fig. 222.

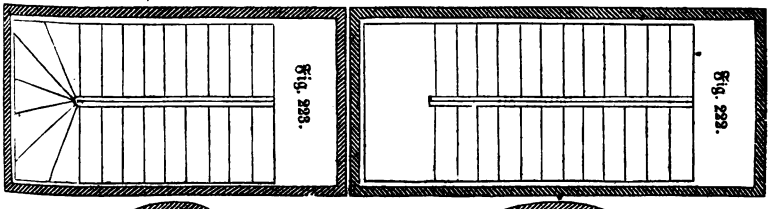


Fig. 223.

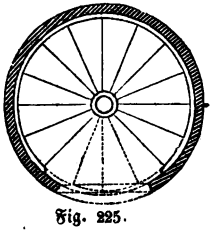


Fig. 225.

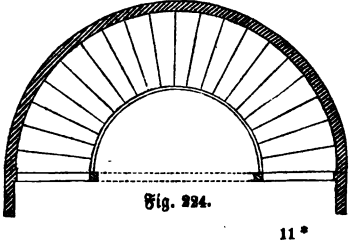
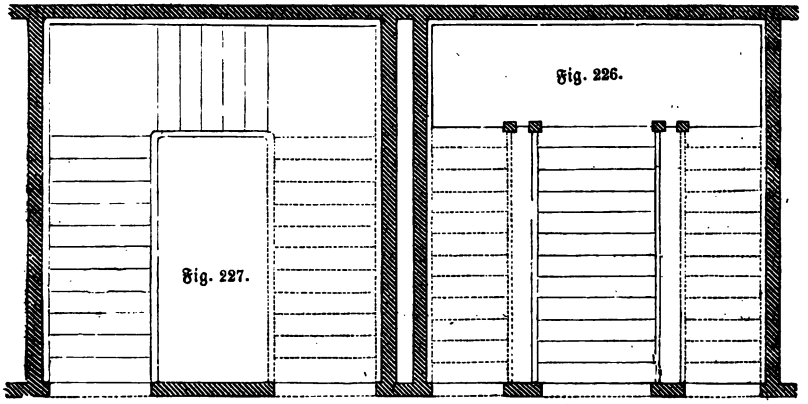


Fig. 224.

oder Podeſte *a* und *c* vorhanden ſein, welcher wieder keine geringere Breite haben darf als die Treppenarme. Nehmen wir dagegen die gerade gebrochene zweiarmige Treppe Fig. 222 mit einem auf die ganze Treppenbreite durchgehenden Podeſte auf halber Stockwerkhöhe, ſo hat dieſe Treppe gegen die erſtgenannte Treppe die Unbequemlichkeit, daß man auf dem Podeſte ſich umdrehen und von da in entgegengeſetzter Richtung aufwärts ſteigen muß; es nimmt aber auch dagegen die Treppe um Weniges mehr als die Hälfte des Raumes der gerade aufgehenden einarmigen Treppe mit Podeſt ein. Fällt nach Fig. 223 bei der gerade gebrochenen zweiarmigen Treppe das Podeſt weg und werden an deſſen Stelle gewundene Stufen angelegt, ſo iſt dieſe Treppe allerdings beim Erſteigen weniger bequem als die vorher betrachtete zweiarmige Podeſttreppe und bei dem ununterbrochenen Fortführen der Stufen auf die ganze Stockwerkhöhe etwas ermüdend; ſie nimmt aber auch gegen dieſe Podeſttreppe um ſo viel weniger Raum in der Länge ein, als die in der Windung angebrachten Stufen in den geraden Armen weniger vorkommen. Fig. 224 giebt eine im Halbkreis gewundene Treppe mit weitem Treppenlichte in einem mehr langen als breiten Treppenraume, bei welcher An- und Austritt an den entgegengeſetzten Seiten des Treppenvorplatzes ſich befinden, und Fig. 225 eine Wendeltreppe, bei welcher An- und Austritt ſenkrecht über einander liegen und zur Erſteigung der Stockwerkhöhe eine doppelte Windung erforderlich iſt. Iſt die letztere Treppe im Erſteigen die unbequemſte, ſo nimmt ſie dagegen von allen vorerwähnten Treppen den kleinſten Raum ein. — Haben wir uns überzeugt, daß von der Größe des Treppenraumes die Bequemlichkeit einer Treppe beſonders abhängt, ſo erklärt ſich daraus ganz einfach, daß durch beſtimmte Anforderungen an eine Treppe zur Erſteigung einer beſtimmten Stockwerkhöhe die Größe und die Form eines Treppenraumes bedingt wird. Solchen Anforderungen haben zumeiſt die mehrarmigen und die gewundenen Treppen mit großem Treppenlichte, und mancherlei Treppen, welche im Verhältniß zu der erforderlichen Stufenzahl oft einen unnöthig großen Treppenraum einnehmen, ihr Entſtehen zu verdanken. Auf der beigefügten Tafel ſind von Fig. 226 bis Fig. 231 einige ſolcher Treppen dargeſtellt.

Fig. 226 giebt eine dreiarmige Treppe, bei welcher der mittlere breite Treppenarm bis zum Podeſte auf halber Stockwerkhöhe geführt iſt und von dem Podeſte aus zwei ſchmälere Treppenarme in entgegengeſetzter Richtung aufwärts gehen. Es iſt hier angenommen, daß der mittlere breite Treppenarm dem Haupteingange zugewendet ſei und von mehreren Perſonen zugleich betreten werde, während die oberen Treppenarme die aufwärts ſchreitenden *Perſonen* nach der Richtung der den Austritten entſprechenden Räumlichkeiten *in getheilter* Anzahl hinleiten ſollen. Die abwärts ſchreitenden *Perſonen finden* eben ſo auf dem untern breiten Arme genügenden Raum, *und werden* zu dem Ausgange geleitet. Für Schulgebäude, Theater und



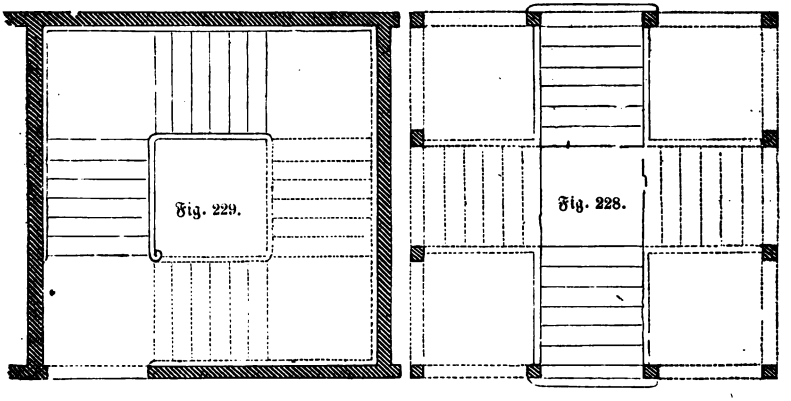
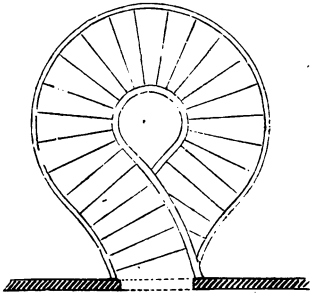
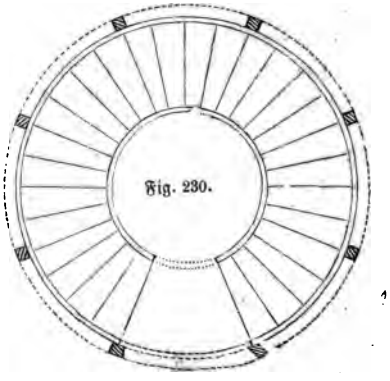


Fig. 231.





andere Versammlungsräume ist eine derartige Treppenanordnung sehr zweckentsprechend.

Fig. 227 stellt eine dreiarmige Treppe mit zwei Podesten dar, nach der Anforderung, daß der Antritt der Treppe an der einen und der Austritt derselben an der gegenüber gelegenen andern Seite des Treppenraumes sich befinde. Bei dieser Treppenanlage umschließen die an den drei Seiten des Treppenraumes herumgeführten Treppenarme ein weites Treppenlicht, und sind der Beleuchtung des an den Treppenraum grenzenden Vorplatzes weniger hinderlich als bei der vorher angeführten Treppe.

Fig. 228 giebt eine im Innern gelegene vierarmige Treppe, bei welcher zwei Arme von entgegengesetzter Seite nach dem in der Mitte des Treppenraumes befindlichen Podeste, und von diesem aus wieder zwei Arme, rechtwinkelig gegen die unteren gerichtet, nach entgegengesetzten Seiten aufwärts führen. Bei dieser Anlage liegen um die Treppenarme vier Treppenlichter, durch welche, einfallendes Licht vorausgesetzt, eine gute Beleuchtung des Treppenraumes und der um denselben gelegenen Gänge ermöglicht wird.

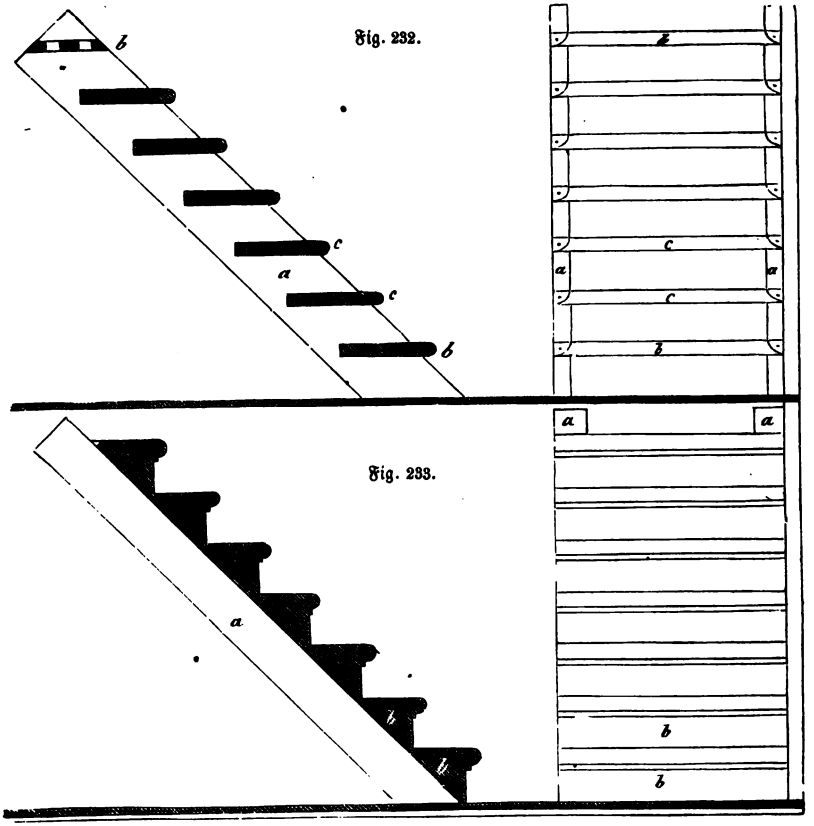
In Fig. 229 geben wir eine zweite vierarmige Treppe mit vier Podesten, bei welcher der Antritt auf der Seite des Treppenraumes, und an derselben Stelle, senkrecht darüber, im zweiten Stock, der Austritt der Treppe gelegen ist. Diese Anordnung kann durch Rücksichten in Bezug auf eine symmetrische Anordnung des Treppenzuganges, zugleich aber auch dadurch geboten sein, daß außerhalb des Treppenraumes kein Treppenvorplatz sich befindet, und daß ein zur Treppe gehöriges Podest zugleich als Vorplatz zu dem Eingange auf jeder Stockwerkhöhe dienen muß.

In Fig. 230 und 231 geben wir zwei gewundene Treppen, die erstere mit großem Treppenlicht und Ruheplatz im Treppenraume selbst, beim Austritt auf Stockwerkhöhe, so daß die Treppe auf alle Stockwerke begangen werden kann, ohne daß man genöthigt ist, die um den Treppenraum gelegenen Vorplätze betreten zu müssen; die letztere Treppe aber in beschränktem Raume, ebenfalls mit Treppenlicht, doch so, daß der Austritt senkrecht über dem Antritt gelegen ist, und daß die zur Ersteigung der Stockwerkhöhe erforderlichen Stufen den ganzen Treppenraum einnehmen. Es kann demnach in demselben Treppenraume, von dem einmal erstiegenen Stockwerke aus, keine zweite Treppe zu einem höher gelegenen Stockwerke angelegt werden.

So können, nach verschiedenen Anforderungen, in Form und Größe verschiedene Treppen entstehen, welche den an jede Treppe gestellten Ansprüchen, in Bezug auf bequemes Ersteigen, mehr oder weniger entsprechen. Wir werden später Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, wie bei Treppen von *ungünstiger* Form und beschränktem Treppenraum diesen Ansprüchen nach *Möglichkeit* zu genügen gesucht werde.

Gehen wir nun zu der Construction der Treppen über, so haben wir zuerst der verschiedenen Herstellung der Stufen zu erwähnen. Die Stufen zerfallen in a) eingeschobene Stufen, b) Blockstufen, c) versetzte Stufen mit Futterbord und d) aufgesattelte Stufen mit Futterbord.

ad a. Die Treppen mit eingeschobenen Stufen sind gewissermaßen Leitertreppen, und finden auch meist nur als Bodentreppen oder als trans=



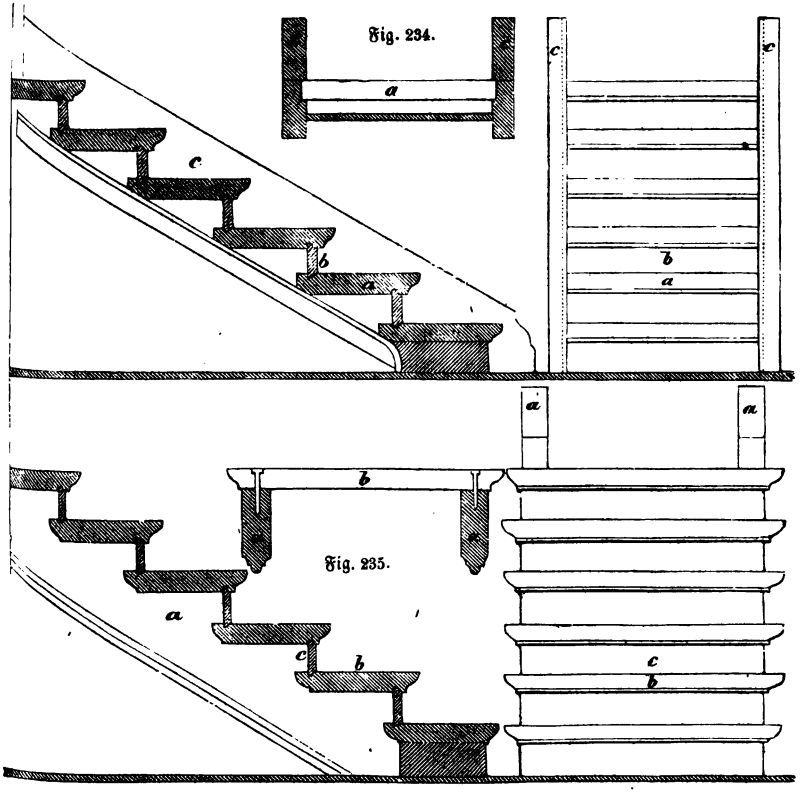
portable Treppen zum Ersteigen unbedeutender Höhen Anwendung. Die Wangen *a* der in Fig. 232 dargestellten Treppe mit eingeschobenen Stufen erhalten zur Aufnahme der Trittstufen *c* Nuthen, und für die ersten und letzten Tritte *b b* werden Löcher durchgestemmt, in welche an diesen Tritten befindliche Zinken eingreifen, die entweder verleimt oder durch Keile fest angetrieben werden. Sämmtliche Stufen treten vorn um $1\,^1/_2$ bis 2 Zoll vor die

Oberfläche der Wangen, und werden an den über die Wangen greifenden Enden der Vorsprünge durch Nägel auf die Wangen befestigt. Die Setzstufen fehlen, und die Treppe erscheint, wie eine Sprossenleiter, durchsichtig.

ad b. Die Treppen mit Blockstufen haben die größte Aehnlichkeit mit den Steintreppen, indem die einzelnen Stufen nach Fig. 233 aus dem ganzen Stamm gehauen sind. Zur Unterstützung dieser massiven Stufen sind an beiden Enden starke Wangen *a*, welche Treppenbäume genannt werden, nach dem Neigungswinkel der Treppe untergelegt. Die an der untern Seite nach der Richtung der Stiegenbäume bearbeiteten Stufen *b* haben an der untern Kante einen rechtwinkelig gegen die Stufen gerichteten Ansatz, mit welchem sie sich auf einander setzen, und werden an beiden Enden vermittelst starker Nägel auf die Stiegenbäume befestigt. Diese Blockstufen, bei welchen das unvermeidliche Aufreißen des Holzes nach dem Kerne dem Ansehen schadet, werden nur noch in holzreichen Gegenden angewendet, und eignen sich überhaupt nur für Treppen mit geraden Armen.

ad c. Die Treppen mit eingesetzten Stufen bestehen nach Fig. 234 aus Trittstufen *a* von zwei- bis dreizölligen Bohlen eines festen und zähen Holzes, aus Setzstufen *b*, welche aus schwachen Brettern bestehen, unter die Trittstufen gesetzt oder unterfüttert werden und deshalb auch Futterborde heißen, und aus Wangen *c*, in welche die Tritt- und Setzstufen an den Hirnenden $^3/_4$ bis 1 Zoll tief in entsprechend ausgearbeitete Nuthen eingesetzt werden. Die Wangen erhalten eine solche Breite, daß sie um einige Zolle sowol über die Oberkante als auch über die Hinterkante der Trittstufen hinausreichen. Die Trittstufen treten an der Vorderkante über die senkrechten Setzstufen vor, und haben an diesem Vorsprunge ein verschieden abgerundetes Profil; die Hinterkante schließt entweder an die Setzstufe, welche dann vor die Hinterkante der Trittstufe genagelt wird, oder es greift die Trittstufe auch an der Hinterkante über die Setzstufe hinaus, und es wird alsdann die Setzstufe in die Hinterkante der untern, eben so wie in die Vorderkante der obern Trittstufe, wie in Fig. 234 angegeben, eingenuthet. Die Wangen bestehen aus Bohlen, deren Dicke, von 2 bis 4 Zollen, sich nach der Größe der Treppe, insbesondere aber nach der Länge der Treppenarme richtet, und deren Höhe im Querschnitte dadurch bestimmt wird, daß die Wange oberhalb um 2 bis 3 Zoll über die Vorderkante der Trittstufen hinausreicht, und daß sie eben so unterhalb einen dem obern gleichen Vorsprung vor der Hinterkante der Trittstufen, oder vor der in vielen Fällen angewendeten Verschalung oder dem Verputze der untern Treppenansicht erhält. Die untersten Stufen, an welche die Wangen sich anlehnen, werden entweder als Blockstufen aus einem *Stücke gearbeitet*, oder es dient, wie in Fig. 234 als zweckmäßiger angenommen *ist, ein unter* die erste Trittstufe gelegtes Holzstück dazu, der Treppe *einen festen Anschluß* zu geben.

ad d. Die Treppen mit aufgesattelten Trittstufen und Futterbord unterscheiden sich nach Fig. 235 von den vorerwähnten Treppen mit versetzten Trittstufen und Futterbord nur darin, daß die Wangen *a* ganz unterhalb der Stufen angebracht sind und die Trittstufen *b* auf eingeschnittene Stufenabsätze der Wangen *a* aufgeschraubt oder genagelt werden. Die Hirnenden der aufgesattelten Trittstufen *b* treten zumeist über die inneren Wangen *a* vor, und



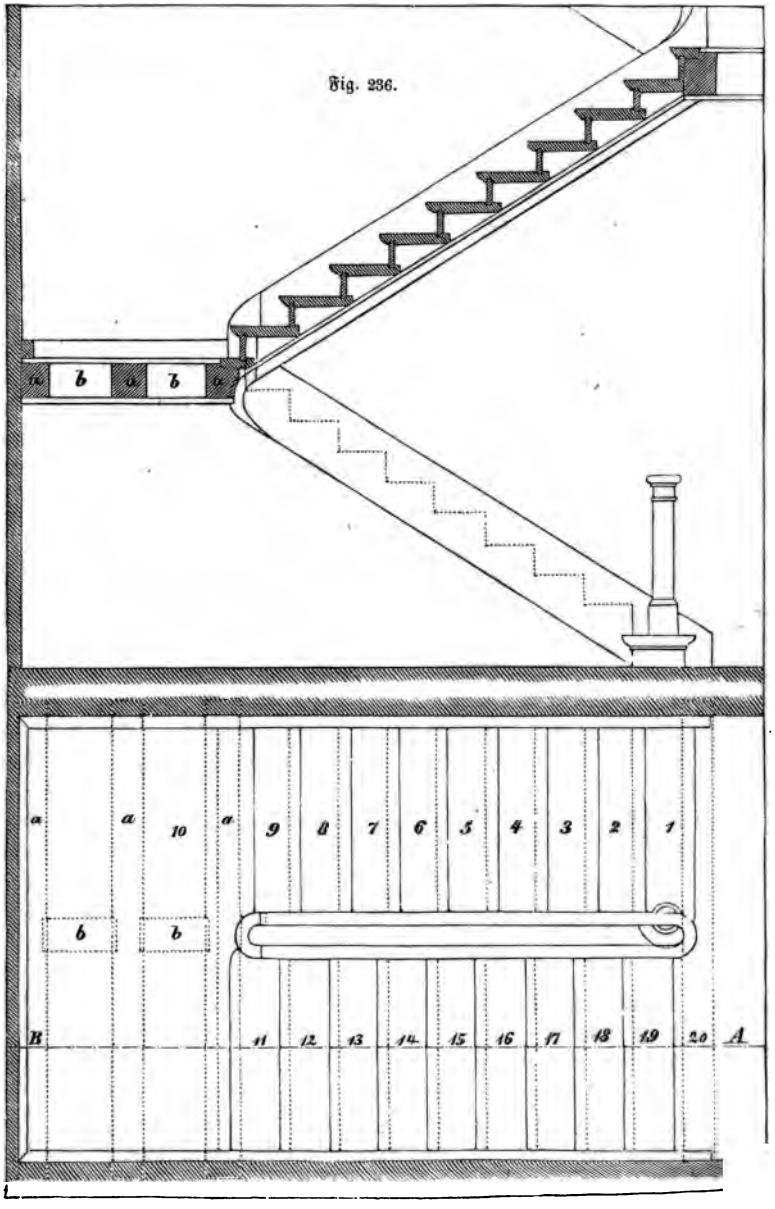
erhalten dann an diesem Vorsprunge dasselbe Profil, welches an dem Vorsprunge der Vorderkante angebracht ist. Die Setzstufen *c* werden auf gleiche Weise in die Trittstufen *b* eingenuthet, wie bei den Treppen mit in die Wangen versetzten Stufen, und werden vor die senkrechten Absätze der Wangen in der Weise gesetzt, daß sie an beiden Enden gegen die Kanten der Wangen in Gehrung überschnitten werden. Die Wangen dieser Treppen müssen stärker sein als bei den Wangentreppen mit eingesetzten Stufen und eine solche Höhe

erhalten, daß ſie unterhalb noch mindeſtens 7 bis 8 Zoll vor der Hinterkante der Trittſtufen vorſtehen. Durch das Vortreten der Stufen über die Außenflächen der Wangen hinaus erhalten dieſe Treppen eine größere benutzbare Breite, und das Anſehen derſelben iſt um Vieles gefälliger, als das Anſehen der Treppen mit Wangen, welche letztere die Stufen in der Anſicht ganz verſtecken. Bieten dieſe Treppen mit aufgeſattelten Stufen die beſte Gelegenheit zu eleganter Bearbeitung der überall ſichtbaren Conſtructionstheile, ſo müſſen ſie doch, gerade wegen des abſichtlichen Zeigens aller Treppenbeſtandtheile, auf regelmäßige Formen im Grundriſſe und auf ſolche Fälle beſchränkt bleiben, wo eine gleiche oder doch regelmäßige Eintheilung der Tritte möglich iſt. Wir werden deshalb in den nachfolgend zur Beſprechung kommenden Beiſpielen von Treppen der in allen Fällen anwendbaren Conſtruction der Treppen mit zwiſchen Wangen eingeſetzten Trittſtufen und Futterborden eine größere Aufmerkſamkeit zuwenden, und uns bei dem für dieſen wichtigen Abſchnitt leider nur ſehr ſpärlich zugemeſſenen Raume darauf beſchränken, nur eine Treppe mit aufgeſattelten Trittſtufen zu geben.

Fig. 236 ſtellt eine zweiarmige Treppe mit Podeſt auf halber Stockwerkhöhe dar, bei welcher die äußeren Wangen ſich an die Umfangswände des Treppenraumes ſchließen, und die inneren Wangen in einer geringen Entfernung von einander gelegt und durch einen Krümmling (Kropfſtück) mit einander verbunden ſind. Das Podeſt, von der Breite der Treppenarme, wird durch drei nach der Länge des Podeſtes und mit ihren Enden in die Umfangswände gelegte Balken *a* gebildet, welche in der Mitte, wo der zur Aufnahme der inneren Wangen angebrachte Krümmling ſich auf den vordern Balken anſetzt, durch eingelegte Riegel *b* verſpannt ſind. Aus dem in dem Aufriſſe gegebenen Durchſchnitte nach der im Grundriſſe eingezeichneten Durchſchnittslinie *A*—*B* iſt die Verbindung der Tritte zu erſehen, welche wir bereits in Fig. 234 als die zweckentſprechendſte dargeſtellt haben. Die Theilung der Tritte im Grundriſſe bezieht ſich, wie dies bei allen Treppeneintheilungen, mag ihre Form ſein, welche ſie wolle, beibehalten werden ſollte, auf die Vorderkante der Setzſtufen, welche deshalb auch im Grundriſſe punktirt eingezeichnet iſt. Hiernach ergeben ſich die Vorſprünge der Trittſtufen, von den Theilungslinien aus für beide Treppenarme wechſelnd.

Der Podeſttritt, mit ſeinem Vorſprunge zum untern Treppenarme gehörig, geht auf die ganze Länge des Podeſtes durch, eben ſo der letzte Tritt des zweiten Armes, welcher auf dem Wechſelbalken ruht, und dieſe Tritte, von geringerer Breite als die übrigen, ſind ſo geformt, daß die eine Hälfte den Vorſprung der Vorderkante zeigt, während die andere Hälfte die Hinterkante des nächſt höhern Trittes bildet, in welche die Setzſtufe deſſelben eingelaſſen iſt. Der Krümmling ſitzt in einem entſprechenden Ausſchnitte des

Fig. 236.



Podesttrittes, welcher in denselben gleich den anderen Tritten versetzt eingreift, und ruht außerdem noch auf dem vordern Podestbalken.

Der in Fig. 237 in größerem Maßstabe dargestellte Krümmling wird aus einem Stücke so ausgearbeitet, daß er, mit den Wangen von gleichem, senkrechtem Querschnitt, an seiner Ober- und Unterfläche stetig ansteigt, und von der untern Wange in die obere Wange ohne Brechung übergeht. Die unterste Stufe ist als Blockstufe angenommen, auf welcher, zur Aufnahme des Geländers, ein runder Pilar eingesetzt und zugleich mit dem anschließenden Theile der Wange verzapft ist.

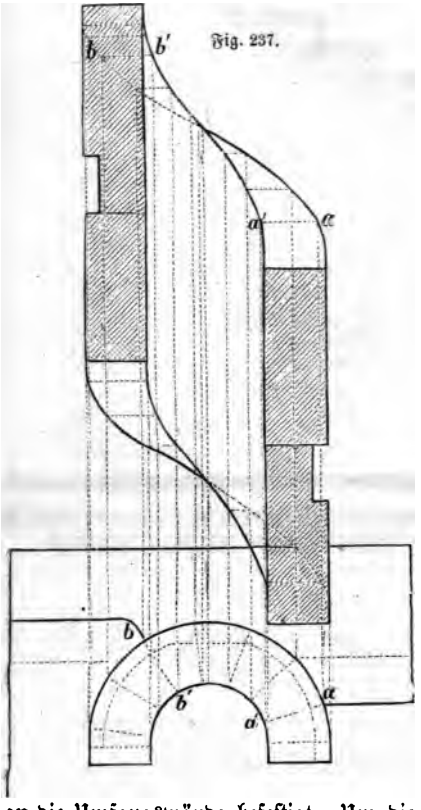
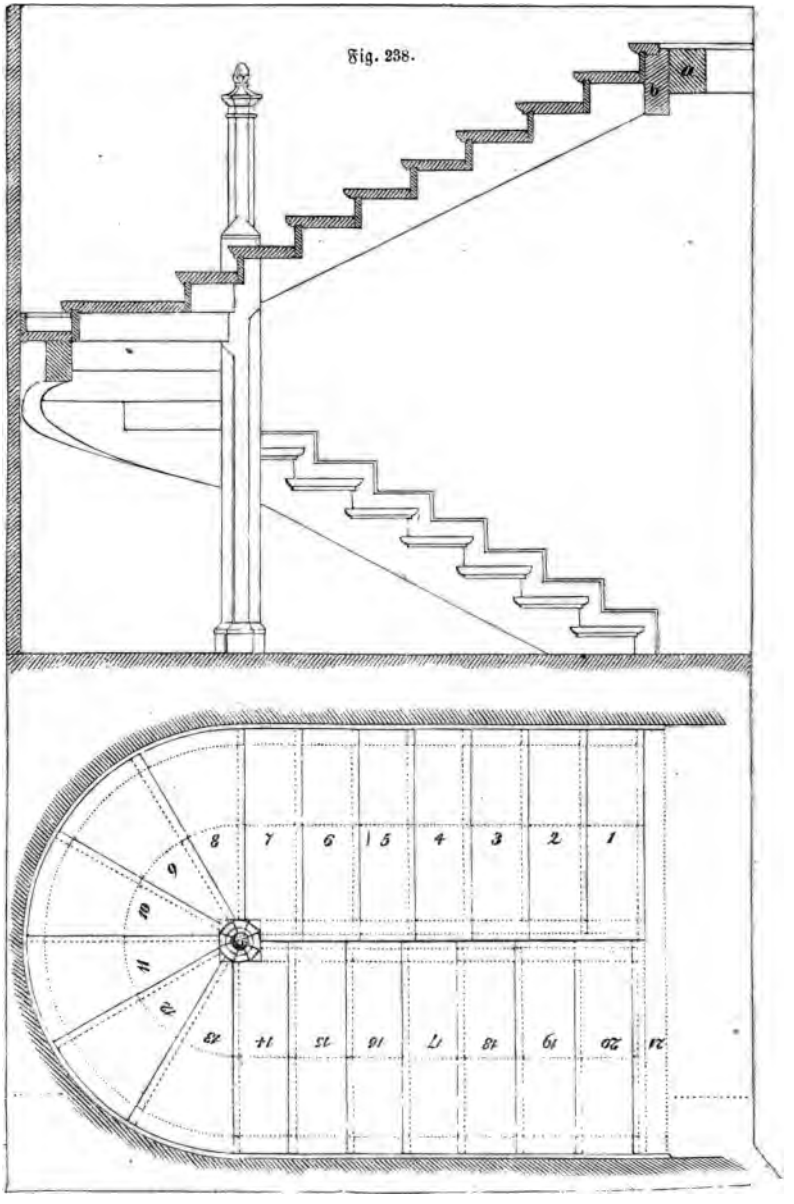


Fig. 237.

Fig. 238 stellt eine zweiarmige, gerade gebrochene Treppe dar, bei welcher die geraden Arme durch Wendelstufen verbunden sind. Die Stufen der geraden Arme sind auf die inneren und äußeren Wangen gesattelt, während die Wendelstufen nur auf die äußere Wange gesattelt, nach innen aber in den Treppenpfosten versetzt sind. Der Treppenpfosten, zur Unterstützung der inneren Wangen und der Wendelstufen unumgänglich nöthig, ist, so weit er unterhalb der Wendelstufen sichtbar bleibt, achtseitig bearbeitet, und bildet zugleich, über die Wendelstufen hinaus verlängert, den Pilar für das Geländer. Die äußeren Wangen werden vermittelst Schrauben oder Wandhaken an die Umfangswände befestigt. Um die Fugen beim Anschluß der Stufen an die Umfangswände zu decken, sowie zum Schutze gegen Beschädigen des Wandverputzes, ist ein treppenförmiger Sockel, ein sogenanntes „Panel", angebracht. Aus dem Durchschnitte nach der im Grundrisse eingezeichneten Linie $A—B$ ist zu ersehen, daß die Wangen des obern Treppenarmes an dem zum Anschluß der Treppe angebrachten Wechselbalken a keine genügende Unterstützung fänden, und daß zu diesem Zwecke vor dem Wechselbalken ein

Fig. 238.



ſtarker Bohlen *b* angebracht iſt, von der Höhe der ſich daran ſchließenden Wangen. Dieſer Bohlen erſcheint in der Anſicht als Fortſetzung der Treppenwangen und würde, wenn die Treppenwangen gekehlt würden, dieſelbe Gliederung erhalten. Dadurch, daß die inneren Wangen ſich an den Treppenpfoſten anſetzen, ſind dieſelben einander ſo nahe gerückt, daß die an den Hirnenden der Stufen angebrachten Vorſprünge in der Mitte zuſammentreffen. Damit man nun an dem Handgriffe des Geländers mit der Hand herauf und herab fahren kann, ohne daran durch den Handgriff des Geländers von dem andern Treppenarme gehindert zu ſein, ſo iſt es nöthig, das Treppengeländer ſo weit von der Außenkante der Tritte nach innen zu rücken, daß zwiſchen den Handgriffen der beiden Geländer ein Zwiſchenraum von mindeſtens 2 bis 3 Zoll bleibt.

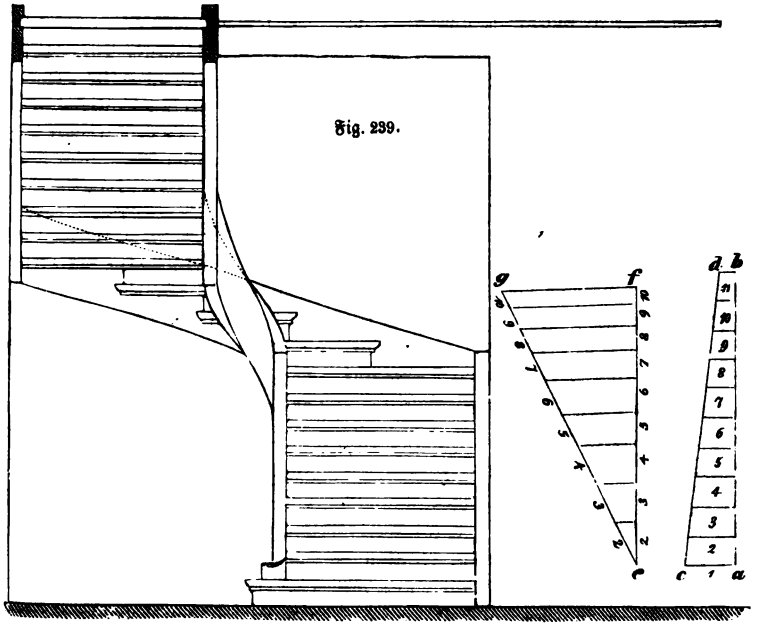
Bei der in Fig. 238 gegebenen Treppe mit aufgeſattelten Stufen iſt die einfachſte Bearbeitung angenommen. Dieſelbe Treppe kann ein ſehr zierliches, ja reiches Anſehen erhalten, wenn die Wangen an der Unterkante gekehlt, die Trittſtufen auch an der Hinterkante gezeigt und profilirt, und wenn alle Fugen der Zuſammenſetzung mit profilirten Leiſtchen gedeckt werden. Immerhin aber können bei geraden Treppenarmen mit Wendelſtufen die aufgeſattelten Stufen nicht ohne Beeinträchtigung des bequemen Erſteigens der Treppe angewendet werden, weil die Wendelſtufen in einem Treppenpfoſten zuſammenlaufen müſſen, ſonach in der Nähe dieſes Pfoſtens ſehr ſchmal werden. In ſolchen Fällen muß der Anwendung der in Wangen verſetzten Stufen der Vorzug vor den aufgeſattelten Stufen unbedingt eingeräumt werden, weil die Richtung der eingeſetzten Stufen innerhalb der Wangen ganz nach den Anforderungen der bei ſolchen Treppen überhaupt erreichbaren Bequemlichkeit angenommen werden kann.

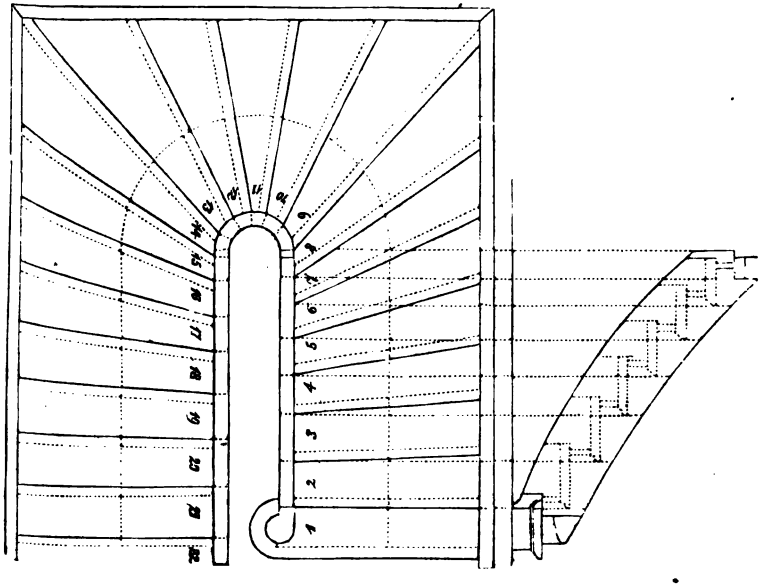
Wir geben in Fig. 239 eine gerade gebrochene, zweiarmige Treppe mit Wendelſtufen, bei deren Eintheilung der Anforderung in Bezug auf bequemes Erſteigen der Treppe nach Möglichkeit entſprochen iſt. Bei dieſer Treppe aufgeſattelte Stufen anzuwenden, wäre ſehr ſchwierig und nichts weniger als ſchön; es ſind deshalb in Wangen verſetzte Stufen angenommen.

Die äußeren Wangen ſchließen an drei Seiten der Umfangswände des viereckigen Treppenraumes an, und die inneren Wangen der geraden Arme ſind durch einen Krümmling von ſolchem Durchmeſſer verbunden, daß zwiſchen den inneren Wangen ein Treppenlicht bleibt.

Die Eintheilung der Stufen, in dem durch die Stockwerkhöhe und die Ausdehnung des Treppenraumes ermittelten Verhältniſſe des Auftrittes, iſt auf der im Grundriſſe punktirt eingezeichneten und von dem Zimmermann auf dem Reißboden gleichfalls aufzuſchnürenden Mittellinie von Setzſtufe zu Setzſtufe ſo vorgenommen, daß alle Stufen in der Mitte einen

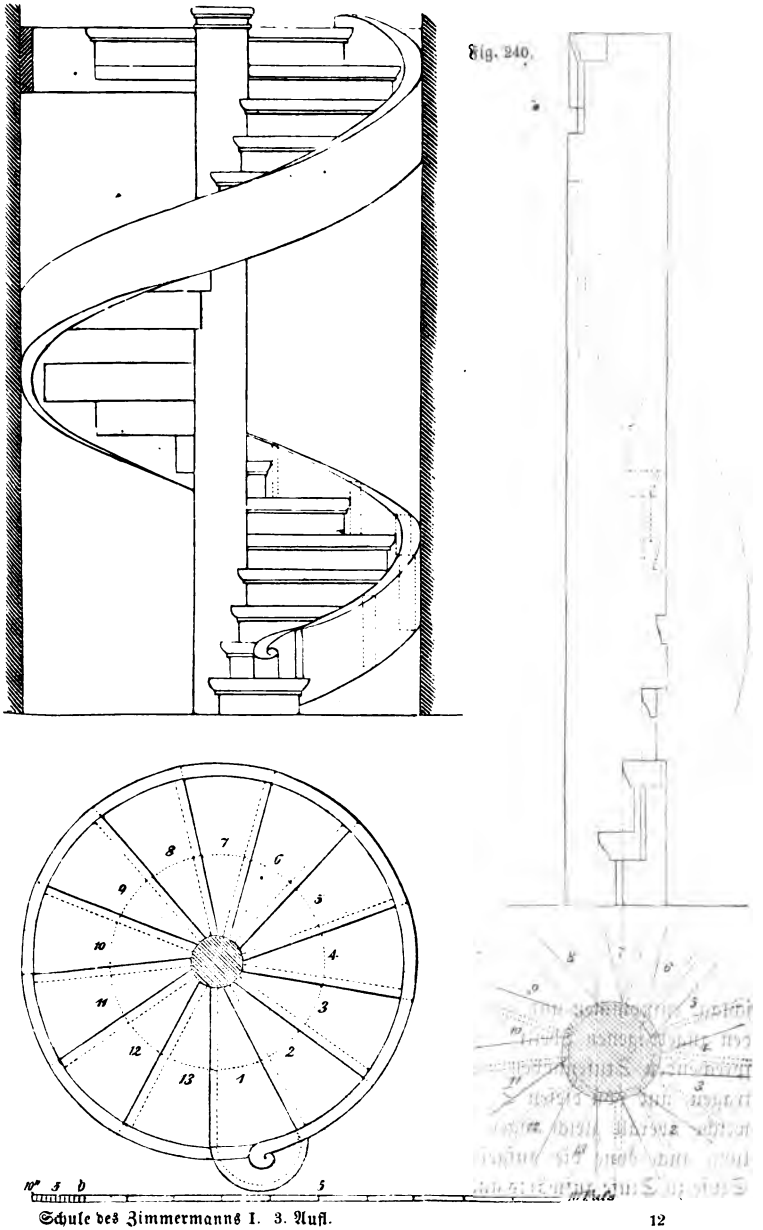
Fig. 239.





gleichen Auftritt haben. Nach dieſer Theilung würden nur neun Stufen in die Windung gefallen ſein, wenn nach dem in Fig. 238 gegebenen Beiſpiele die Stufen der geraden Arme auf ihre ganze Länge gleich breit geblieben wären. Das Begehen der Wendelſtufen wäre nun, trotz des Krümmlings von einigem Durchmeſſer, je näher dem Krümmlinge, um ſo beſchwerlicher, und bei dem plötzlichen Wechſel des Uebergangs von den gleich breiten Stufen der geraden Arme auf die zunächſt dem Krümmling ſehr ſchmalen Wendelſtufen zur Nachtzeit unſicher, ja gefährlich geweſen. Es iſt deshalb zur Minderung der Nachtheile der aus geraden Armen und Wendelſtufen zuſammengeſetzten Treppe die Windung auf die ſämmtlichen Stufen ausgedehnt, und die Richtung der Stufen durch eine Eintheilung der inneren Wangen beſtimmt worden, bei welcher die Breite der Stufen von dem Antritte gleichmäßig bis zu dem ſchmälſten Tritte auf halber Stockwerkhöhe ab- und von dieſem ſchmälſten Tritte aufwärts bis zu dem auf ſeine ganze Länge gleichbreiten Austritte wieder gleichmäßig zunimmt. Hierdurch wird das Erſteigen der Treppe zunächſt den inneren Wangen und dem Krümmlinge weniger beſchwerlich und zugleich weniger unſicher. Die Eintheilung der Stufen an den inneren Wangen wird, dieſer Anforderung entſprechend, nach einem ſehr einfachen Verfahren ermittelt, wozu man ſich des ſogenannten Verhältnißtheilers bedient. Es wird nach der Fig. 239 beigezeichneten Conſtruction dieſes Verhältnißtheilers zuerſt eine gerade Linie $a\,b$ von beliebiger Länge in ſoviel gleiche Theile mehr einen eingeſtellt, als zwiſchen der breiteſten und ſchmälſten Stufe Tritte ſich befinden. An den Endpunkten a und b dieſer Linie werden nun Senkrechte errichtet und die eine dieſer Senkrechten, hier $a\,c$, gleich der größten Stufenbreite, und die andere $b\,d$ gleich der geringſten Stufenbreite gemacht. Werden nun die Endpunkte c und d durch eine gerade Linie verbunden und von den Theilungspunkten der Linie $a\,b$ ebenfalls Senkrechte errichtet bis zur Linie $c\,d$, ſo werden dieſe Senkrechten von $a\,c$ nach $b\,d$ an Länge gleichmäßig abnehmen. Die zwiſchen den äußerſten Senkrechten $a\,c$ und $b\,d$ befindlichen Senkrechten, welche nach der Stufenfolge mit 2, 3 bis 10 bezeichnet ſind, werden nun an eine gerade Linie $e\,f$ angetragen, es wird von e unter beliebigem Winkel eine zweite gerade Linie gezogen, welche genau die Länge der Wange mit Inbegriff des Krümmlings bis an den ſchmalſten Tritt hat, und auf dieſer Linie die gewünſchte Theilung in der Weiſe beſtimmt, daß man die Endpunkte f u. g durch eine gerade Linie verbindet, mit dieſer Linie Parallelen von den an der Linie $e\,f$ angetragenen Theilungspunkten bis zur Linie $e\,g$ zieht, und die Schnittpunkte dieſer Parallelen in der Linie $e\,g$ als die Theilungspunkte bezeichnet. Werden dieſe Theile von $e\,g$ entnommen und auf die Wange entſprechend übergetragen, ſo wird die Richtung der Stufen, nach den vorbemerkten Theilungspunkten gezogen, der Anforderung entſprechen, welche an

Fig. 240.



ſtarker Bohlen *b* angebracht iſt, von der Höhe der ſich daran ſchließenden Wangen. Dieſer Bohlen erſcheint in der Anſicht als Fortſetzung der Treppenwangen und würde, wenn die Treppenwangen gekehlt würden, dieſelbe Gliederung erhalten. Dadurch, daß die inneren Wangen ſich an den Treppenpfoſten anſetzen, ſind dieſelben einander ſo nahe gerückt, daß die an den Hirnenden der Stufen angebrachten Vorſprünge in der Mitte zuſammentreffen. Damit man nun an dem Handgriffe des Geländers mit der Hand herauf und herab fahren kann, ohne daran durch den Handgriff des Geländers von dem andern Treppenarme gehindert zu ſein, ſo iſt es nöthig, das Treppengeländer ſo weit von der Außenkante der Tritte nach innen zu rücken, daß zwiſchen den Handgriffen der beiden Geländer ein Zwiſchenraum von mindeſtens 2 bis 3 Zoll bleibt.

Bei der in Fig. 238 gegebenen Treppe mit aufgeſattelten Stufen iſt die einfachſte Bearbeitung angenommen. Dieſelbe Treppe kann ein ſehr zierliches, ja reiches Anſehen erhalten, wenn die Wangen an der Unterkante gekehlt, die Trittſtufen auch an der Hinterkante gezeigt und profilirt, und wenn alle Fugen der Zuſammenſetzung mit profilirten Leiſtchen gedeckt werden. Immerhin aber können bei geraden Treppenarmen mit Wendelſtufen die aufgeſattelten Stufen nicht ohne Beeinträchtigung des bequemen Erſteigens der Treppe angewendet werden, weil die Wendelſtufen in einem Treppenpfoſten zuſammenlaufen müſſen, ſonach in der Nähe dieſes Pfoſtens ſehr ſchmal werden. In ſolchen Fällen muß der Anwendung der in Wangen verſetzten Stufen der Vorzug vor den aufgeſattelten Stufen unbedingt eingeräumt werden, weil die Richtung der eingeſetzten Stufen innerhalb der Wangen ganz nach den Anforderungen der bei ſolchen Treppen überhaupt erreichbaren Bequemlichkeit angenommen werden kann.

Wir geben in Fig. 239 eine gerade gebrochene, zweiarmige Treppe mit Wendelſtufen, bei deren Eintheilung der Anforderung in Bezug auf bequemes Erſteigen der Treppe nach Möglichkeit entſprochen iſt. Bei dieſer Treppe aufgeſattelte Stufen anzuwenden, wäre ſehr ſchwierig und nichts weniger als ſchön; es ſind deshalb in Wangen verſetzte Stufen angenommen.

Die äußeren Wangen ſchließen an drei Seiten der Umfangswände des viereckigen Treppenraumes an, und die inneren Wangen der geraden Arme ſind durch einen Krümmling von ſolchem Durchmeſſer verbunden, daß zwiſchen den inneren Wangen ein Treppenlicht bleibt.

Die Eintheilung der Stufen, in dem durch die Stockwerkhöhe und die Ausdehnung des Treppenraumes ermittelten Verhältniſſe des Auftrittes, iſt auf der im Grundriſſe punktirt eingezeichneten und von dem Zimmermann auf dem Reißboden gleichfalls aufzuſchnürenden Mittellinie von Setzſtufe zu Setzſtufe ſo vorgenommen, daß alle Stufen in der Mitte einen

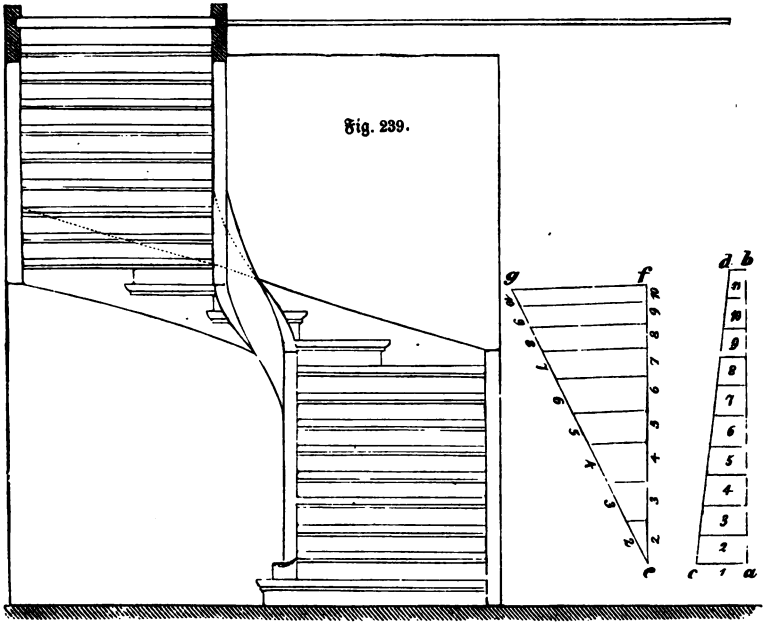
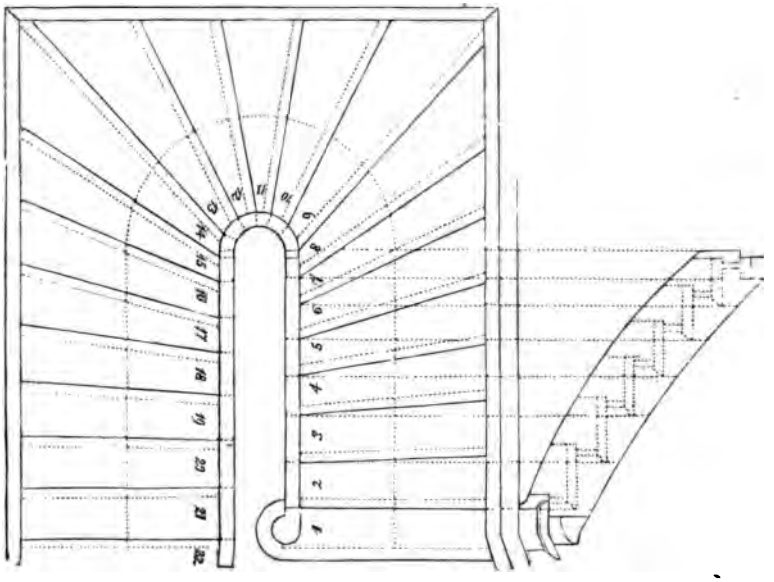


Fig. 239.



Höhe der lothrechten Durchschnitte der Wangen ergeben sich bei wechselnder Steigung ganz verschiedene Breiten derselben.

In Fig. 240 geben wir eine Wendeltreppe mit voller Spindel, bei welcher zur Ersteigung der Stockwerkhöhe $1\frac{1}{2}$ Windungen angenommen sind. Da nach der Eintheilung dreizehn Stufen zu einer vollen Windung gehören, sonach die vierzehnte Stufe senkrecht über den Antritt zu liegen kommt, so muß die Steigung der Stufen mindestens 7 Zoll betragen, wenn die senkrechte Entfernung der in der Windung sich deckenden Stufen zum Ersteigen der Treppe ausreichend, das heißt mindestens 8 Fuß sein soll. Die Theilung der Auftritte ist in der Mittellinie angenommen, und bezieht sich auf die Vorderkante der Setzstufen oder Futterborde, welche von den Theilungspunkten nach dem Mittelpunkte der Spindel gezogen, und wobei die Vorsprünge der Trittstufen mit der Richtung der Setzstufen parallel angenommen sind. Die Stufen sind, wie in die Außenwangen, welche bei der gleichen Breite der Stufen gleich breit sind und stetig ansteigen, so auch in die Spindel oder den Mönch versetzt angenommen. Wir geben nur einen Theil der Spindel in größerem Maßstabe, und behalten uns vor, das Verfahren bei dem Heraustragen der krummen Wangen in dem nachfolgenden Beispiele zu erörtern. Wenn bei diesen Wendeltreppen die Stufen nach innen die nöthige Unterstützung finden sollen, so leuchtet ein, daß die Spindel nicht zu schwach sein darf und bei der kleinsten Treppe einen Durchmesser von mindestens 6 Zoll erhalten muß. Bei Wendeltreppen mit schwachen Spindeln stellt sich die Zweckmäßigkeit der Annahme, die Theilung und Richtung der Stufen auf die Vorderkante der Setzstufen zu beziehen, am deutlichsten heraus, weil bei geringerer Stärke der Spindel und einem starken Vorsprunge der Trittstufen sich der Fall ergeben kann, daß die Setzstufen außerhalb der Spindel fielen, wenn die Theilung für die Vorderkante der Trittstufen angenommen, diese nach dem Mittelpunkte der Spindel gezogen und damit parallel die Setzstufen angebracht werden sollten. Die Festigkeit der Stufen hängt von den Setzstufen ab, keineswegs aber von dem Vorsprunge der Trittstufen, welcher bei Wendeltreppen sogar beim Anschluß der Trittstufe an die Spindel muß abgearbeitet werden können, um das Ersteigen der Treppe zu erleichtern. Wir glauben deshalb als Regel aufstellen zu können, daß bei allen Treppen ohne Ausnahme die Richtung der Stufen durch die Setzstufen bestimmt und der Vorsprung der Trittstufe, als ein veränderlicher Theil der Stufe, mit der Setzstufe oder dem Futterborde parallel laufend, sich nach der Setzstufe zu richten habe.

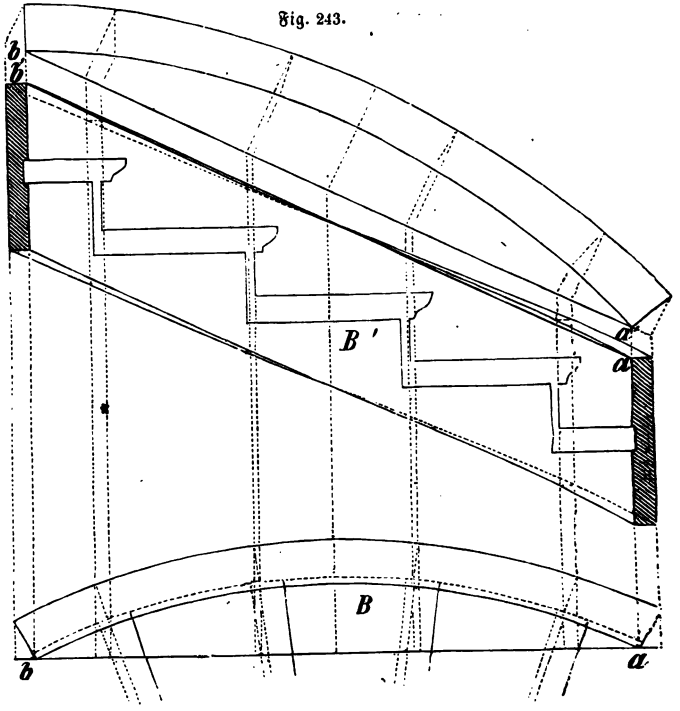
Sie die bereits betrachteten Treppen zu den unterstützten Treppen zu *zählen, weil entweder* die äußeren oder die inneren Wangen, oder beide zu*gleich, einer Unterstützung* bedurften, und bei letzterer Treppe die Spindel

ebenfalls als unterstützt angenommen werden mußte, so werden wir uns nun mit einer freitragenden Treppe beschäftigen. Eine vollkommen freitragende Treppe, die außer der festen Unterstützung des Antritts und einem festen Anhalte beim Austritte keiner weitern Unterstützung bedarf, ist die in Fig. 241 dargestellte Wendeltreppe mit hohler Spindel. Da hier die sämmtlichen, zur Ersteigung der Stockwerkhöhe erforderlichen Stufen in einer Windung liegen sollten, und selbst der Ruheplatz für An- und Austritt der Treppe als im Treppenraume befindlich angenommen ist, so ergiebt sich daraus ein Treppenlicht von so bedeutendem Durchmesser, daß wir die inneren Wangen nicht mehr als hohle Spindel bezeichnen können. Bei der kreisrunden Form des Treppenraumes ergiebt sich für die Wangen eine stetige Steigung, und werden wir, da die Construction der Stufen nichts von anderen eingesetzten Stufen Abweichendes darbietet, uns nur etwas näher mit dem Verfahren zu beschäftigen haben, welches bei dem Heraustragen einzelner Wangenstücke eingehalten wird. Wir nehmen zu diesem Zwecke das bei Fig. 241 mit *A* bezeichnete innere und das mit *B* bezeichnete äußere Wangenstück an.

Das in Fig. 242 *A* im Grundriß und *A'* in der Ansicht dargestellte Stück der innern Wange nimmt 6 Stufen auf. Lassen wir die Verbindung der Stufen ganz außer Betracht, so wird sich die Form und die Größe dieses Wangenstückes im Aufriß ergeben, wenn wir im Grundriß für jede Stufe die nach dem Mittelpunkte des Treppenlichtes geführten Schnittlinien ziehen und daraus, in Verbindung mit der für die Stufen festgesetzten Steigung, die Schnittfläche projiciren. Aus der Verbindung der Außenkanten dieser Durchschnittsflächen ergeben sich die Begrenzungslinien des Wangenstückes. Können wir nun aus dem Grundriß *A* die Stärke, und aus dem Aufriß *A'* die Länge und Höhe des zur Herstellung des Wangenstückes erforderlichen Holzes entnehmen, so bleibt uns nur noch übrig, die Bearbeitung zu erläutern. Die Lothschmiege wird aus der verstreckten Linie der Wange, nach der aufgetragenen Steigung vorgerissen, entnommen. Die Bearbeitung nach der im Grundriß angegebenen cylindrischen Form wird nach einer aus einem dünnen Brettstücke geschnittenen Schablone vorgenommen, welche die Schnittfläche nach dem Neigungswinkel der Steigung darstellt und deshalb Verlängerungsschablone genannt wird. Denken wir uns durch die Endpunkte *a* und *b* des Wangenstückes im Grundrisse eine Ebene gelegt und betrachten wir die Linie *a b* als die Durchschnittslinie einer senkrecht zur Verticalprojectionsebene geführten Ebene, so wird die im Aufrisse von *a'* nach *b'* geführte gerade Linie die Verticalprojection der Linie *a b* sein. Werden die nach der Richtung der Stufen geführten Schnittlinien im Grundrisse gegen die Linie *a b* projicirt, eben so gegen die Linie *a' b'*, oder gegen eine mit dieser Parallele *a'' b''*, und sodann die aus dem Grundrisse zu entnehmenden Abstände an die Se-

rechten der im Aufriſſe nach $a'\,b'$ umgeklappten Ebene angetragen, ſo ergeben ſich aus den entſprechenden Verbindungen der Abſtände durch gerade Linien die auf die geneigte Fläche übergetragenen Schnittlinien. Aus der Verbindung der auf die äußere und innere Begrenzung bezüglichen Abſtände durch ein biegſames Lineal ergiebt ſich die Form der Verlängerungsſchablone. Zur richtigen Auflage der Schablone wird die Mittellinie ſowol auf dem zu bearbeitenden Holzſtücke, als auch auf der Schablone vorgeriſſen, und alsdann die Schablone ſo aufgelegt, daß ſie mit a' und b' in die Vorderkante des

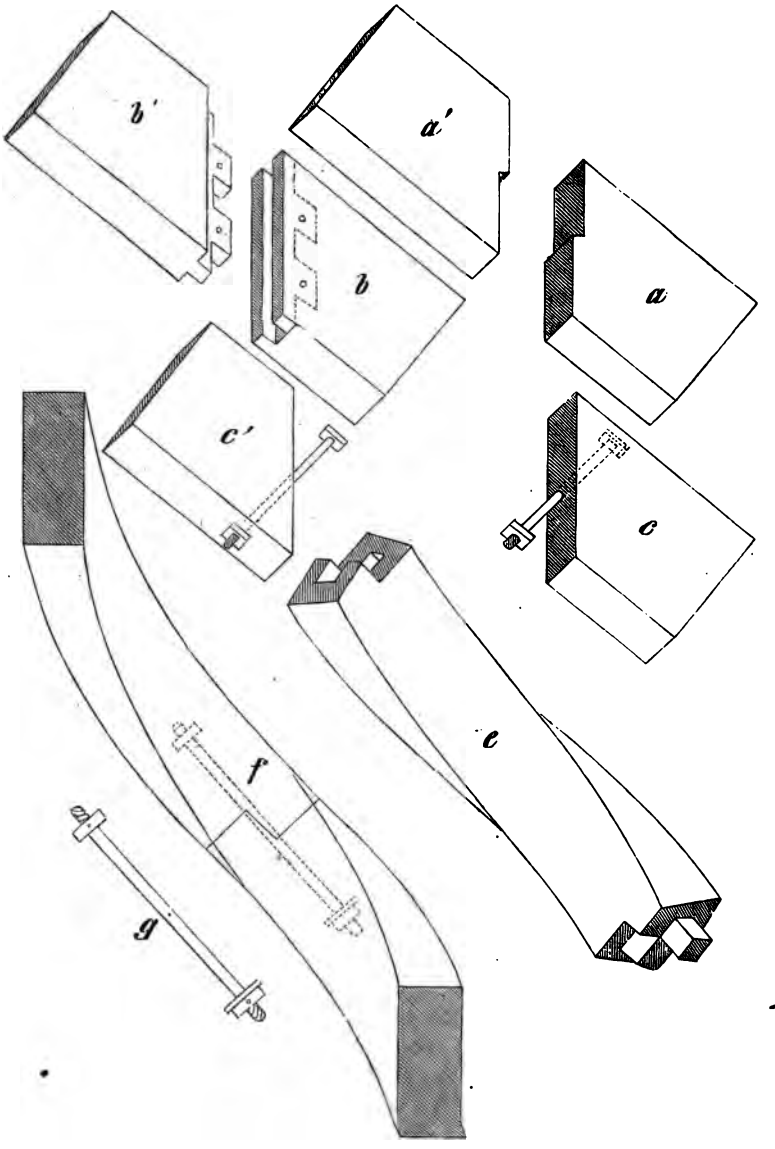
Fig. 243.



Holzes trifft und gleichzeitig die Mittellinie an der Stelle deckt, wo die Abſtände der größten Breite auf dem Holzſtücke vorgezeichnet ſind. Aus der Zeichnung wird das Verfahren deutlicher zu entnehmen ſein, als dies durch Beſchreibung zu geben iſt.

In Fig. 243 geben wir das in Fig. 241 mit B bezeichnete äußere *Wangenſtück* mit der dazu gehörigen Verlängerungsſchablone, bei deren *Heraustragen* das vorgeſchriebene Verfahren ebenfalls angewendet, ſonach eine weitere Beſchreibung überflüſſig iſt.

Fig. 244.

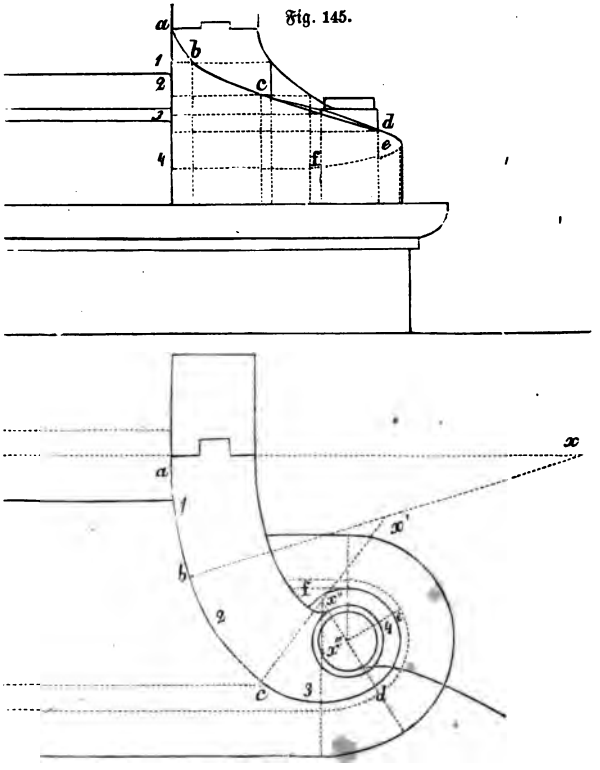


Bei der bis jetzt unberückſichtigt gebliebenen Zuſammenſetzung der aus mehreren Stücken beſtehenden Wangen werden verſchiedene Verbindungen angewendet. Wir geben in Fig. 244 einige der üblichen Verbindungen bei der Zuſammenſetzung gerader und krummer Wangen. Bei geraden Wangen iſt die Richtung der Schnitte ſtets lothrecht. Bei *a* und *a'* iſt der lothrechte Schnitt ſo verſetzt, daß der obere Theil der Wange auf einem Abſatze der untern Wange aufſitzt. Bei *b* und *b'* ſind die ſenkrecht geſchnittenen Wangen in einander genuthet und noch vermittelſt eingreifender Zapfen verſchraubt oder genagelt. Bei *c* und *c'* ſind die in lothrechtem Schnitte ohne Verſetzung an einander geſetzten Wangen durch eine rechtwinkelig durch die Mitte des Schnittes geführte Schraube zuſammengehalten. Bei der Verbindung gerader Wangen mit Krümmlingen werden die lothrechten Schnitte ebenfalls beibehalten, wogegen bei der Zuſammenſetzung krummer Wangen die Schnitte nicht lothrecht, ſondern unter rechtem Winkel gegen die oberen Begrenzungsflächen angebracht werden. In *e* iſt ein rechtwinkeliger Stoß mit Verſetzung und doppelten Zapfen, und in *f* ein ebenfalls rechtwinkeliger Stoß mit Verſetzung dargeſtellt, bei welchem die Längenverbindung durch eine Schraube bewirkt wird. Die in *g* abgebildete Schraube hat an beiden Enden nach entgegengeſetzter Richtung geſchnittene Gewinde und wird, nachdem ſie durch das zu ihrer Aufnahme in beiden Wangenſtücken angebrachte Bohrloch eingeführt iſt, an beiden Enden durch Muttern angezogen, welche bereits vor dem Zuſammenbringen der Wangenſtücke in eingeſtemmten Vertiefungen vor der Schraubenöffnung ſich befinden. Die Schraubenlöcher müſſen weit genug ſein, um darin die Muttern umdrehen zu können, und werden nach dem Anziehen der Schrauben mit Holzſtücken ausgeſetzt. Dieſelbe Schraubenverbindung kann auch bei der Zuſammenſetzung gerader Wangen angewendet werden. Die in Fig. 244 gegebenen Verbindungen ſollen nur als Anhalt dienen. Bei der Zuſammenſetzung verſchieden geformter und zugleich ſehr ungleich belaſteter Wangen können davon ſehr abweichende Verbindungen, ſogar Verſtärkungen durch Eiſenbänder geboten ſein.

Schließlich gedenken wir noch der bei dem Antritte von Treppen häufig in Anwendung kommenden gekrümmten Anfänger der Wangen, der ſogenannten Mäkler. Dieſe Mäkler werden von der Wange abwärts über eine oder über mehrere vor die Wangen gelegte Stufen geführt, und dienen hauptſächlich dazu, die Richtung des Treppengeländers zu beſtimmen und dem von der Richtung der Wangen abweichenden, nach auswärts gebogenen Geländer zur Unterſtützung zu dienen. Kann hiernach die Ausdehnung ſowol als auch die Richtung der Krümmung eines Mäklers ganz beliebig angenommen werden, ſo gilt doch in Bezug auf die aus zuſammengeſetzten Kreisbogen zu conſtruirende Windung als Regel: daß die Kreisbogenſtücke, aus verſchiedenen

Mittelpunkten beschrieben, an den Berührungspunkten zweier Bogenstücke gemeinsame Tangenten haben müssen. Der in Fig. 245 dargestellte Mäkler ist aus vier Mittelpunkten beschrieben, von denen der letzte, von kleinstem Halbmesser, zugleich der Mittelpunkt für einen zur Aufnahme des Geländerpilars bestimmten, über die Windung erhöhten Spiegel ist. Bei der Windung dieses Mäklers ist angenommen, daß die vier Kreisbogenstücke *a b*, *b c*, *c d* und *d f* gleiche Größe haben sollen, und daß die Halbmesser der nach-

Fig. 145.

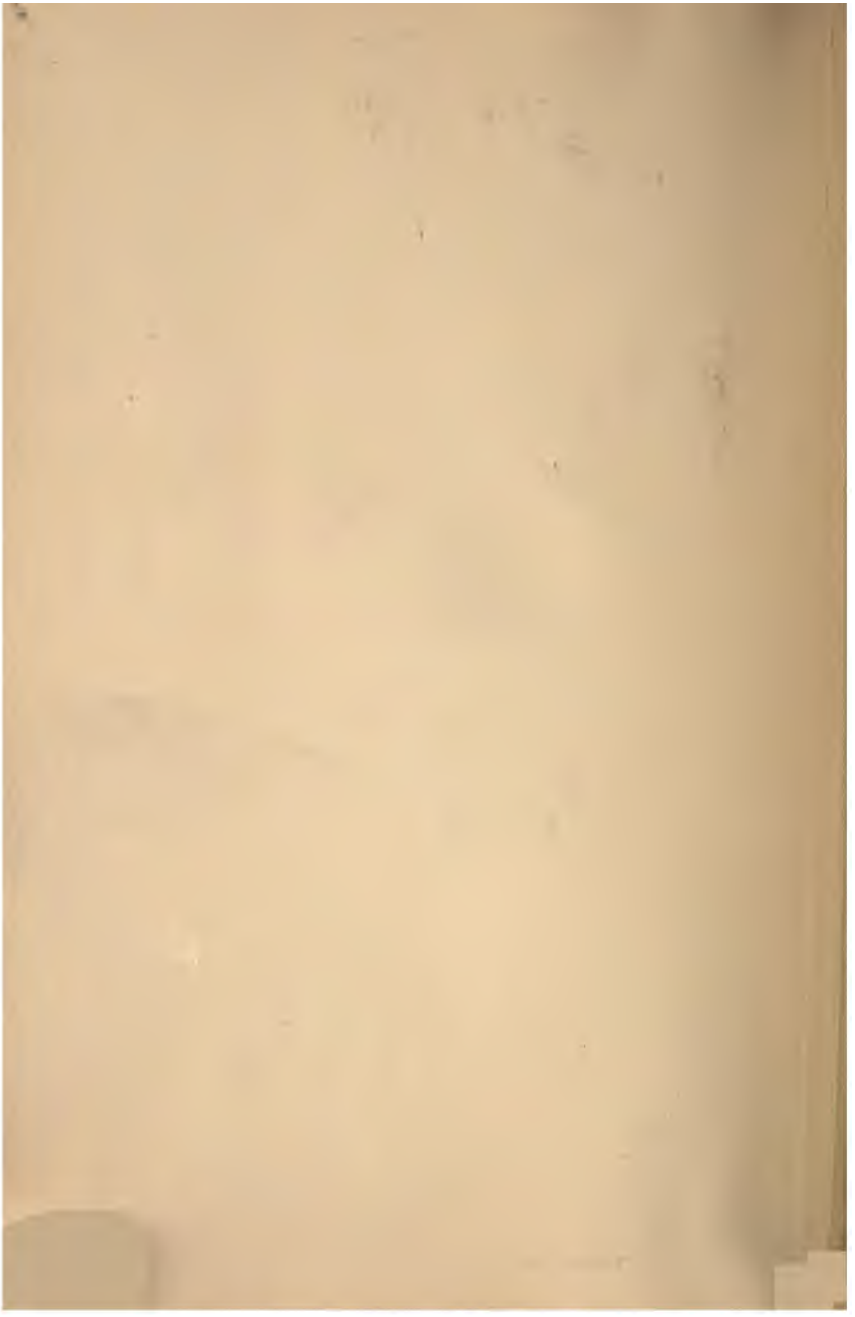


folgend kleineren Kreisbogen stets der Hälfte des Halbmessers der vorher beschriebenen größeren Kreisbogen gleich sein sollen. Die Steigung der in der Peripherie gleich großen Kreisbogenstücke ist eine gleiche und so angenommen, daß die Steigung des Mäklers in die Steigung der angrenzenden Wange allmählich übergeht. Aus der Ansicht des Mäklers ist die angenommene Steigung und das sich über die gewundene Oberfläche erhebende Auge des Pilars zu ersehen.

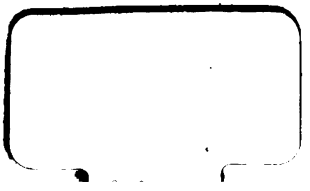
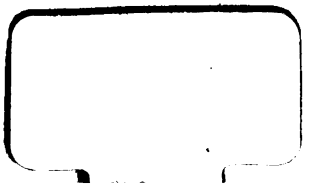
Wenn wir hiermit dieſen Band ſchließen, und nicht, wie es von manchen Seiten gewünſcht worden, in weiteren Abſchnitten die Arbeiten des Zimmermanns beim Brücken-, Waſſer- und Eiſenbahnbau, unbezweifelt in der Gegenwart ſehr wichtige Gegenſtände der Betrachtung, in den vorliegenden Theil unſerer „Schule des Zimmermanns“ mit aufnehmen; ſo verweiſen wir zu unſerer Rechtfertigung auf die in der Vorrede zu der zweiten Auflage vorn aufgeführten Gründe, welche uns beſtimmten, den Umfang des Buches nicht weiter auszudehnen, als es in der erſten Auflage geſchehen und von vorn herein beſtimmt war.

Ende des erſten Bandes.

Leipzig, Druck von Gieſecke & Devrient.



2 9 1946



2 9 1946